



Уральский  
федеральный  
университет

имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина

Институт государственного  
управления  
и предпринимательства

**В. Е. ШКУРКО**

# УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОЕКТОВ

Учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б. Н. ЕЛЫЦИНА

В. Е. Шкурко

# УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОЕКТОВ

Рекомендовано методическим советом УрФУ  
в качестве учебного пособия для студентов,  
обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры  
по направлениям подготовки 38.03.02, 38.04.02 «Менеджмент»,  
38.03.04, 38.04.04 «Государственное и муниципальное управление»,  
38.03.06 «Торговое дело», 43.03.01 «Сервис»,  
38.03.05 «Бизнес-информатика», 27.03.05, 27.04.05 «Инноватика»,  
27.04.01 «Стандартизация и метрология»,  
28.04.01 «Нанотехнология и микросистемная техника»,  
по направлениям специалитета 38.05.01 «Экономическая безопасность»,  
080503 «Антикризисное управление»

Екатеринбург  
Издательство Уральского университета  
2014

УДК 338.24(075.8)  
ББК У291.9-09я73-1  
Ш679

Рецензенты:

отдел региональной промышленной политики  
и экономической безопасности Института экономики УрО РАН  
(заведующий отделом доктор экономических наук,  
профессор О. А. Романова);

А. В. Душин, кандидат экономических наук, доцент,  
заведующий кафедрой экономики и менеджмента  
Уральского государственного горного университета

Научный редактор

А. В. Гребенкин, доктор экономических наук, профессор  
(Уральский федеральный университет)

**Шкурко, В. Е.**

Ш679 Управление рисками проектов : [учеб. пособие] / В. Е. Шкурко ; [науч. ред. А. В. Гребенкин] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 184 с.

ISBN 978-5-7996-1266-5

В учебном пособии приведены теоретические основы проектного подхода, раскрыта методология оценки и управления рисками проектов. Рассмотрены современные способы оценки рисков, которые включают в себя не только угрозы, но и возможности проекта. Показаны традиционные вероятностно-статистические методы оценки рисков, а также модели, базирующиеся на нечетко-множественном подходе.

Для студентов бакалавриата и магистратуры, осваивающих дисциплины «Управление рисками проектов», «Управление проектами», «Бизнес-планирование», «Управление инновационными процессами» и др.

УДК 338.24(075.8)  
ББК У291.9-09я73-1

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Проектная деятельность осуществляется в условиях неопределенности. Поэтому знание основ управления рисками проектов необходимо в профессиональной деятельности экономистов, менеджеров и предпринимателей. На этапе создания бизнеса в процессе разработки бизнес-плана предпринимателю требуется оценить экономическую эффективность и риски данного бизнес-проекта, разработать план управления рисками, спланировать реагирование на возможные риски. Когда созданное предприятие находится на этапе своего дальнейшего развития, то в процессе выполнения различных проектов – по расширению бизнеса, организационных проектов – также требуется управление рисками. Кроме того, на этапе спада, когда организация пребывает в кризисе, необходима разработка проектов оздоровления данного предприятия, в процессе выполнения которых требуется осуществлять управление рисками. Все это подчеркивает актуальность рассматриваемых в данном учебном пособии вопросов.

В первой главе пособия рассмотрены основные методологические вопросы управления проектами: даны основные определения проекта и риска проекта, описаны процессы управления проектом.

Вторая глава посвящена описанию подходов к оценке рисков проекта. Кроме того, в ней показано, что при управлении рисками проектов следует уделять внимание не только рискам, но и возможностям, ради получения которых задумывается проект. В процессе описания методов оценки рисков и возможностей приведены практические примеры, помогающие студентам усвоить материал. В конце главы даются контрольные вопросы и задачи.

В третьей главе представлены современные подходы к оценке рисков с применением современного математического аппарата (нечеткие множества, теория отношений предпочтения, теория гра-

фов). Описанная методика позволяет оперировать не только количественными данными, но и качественной информацией, что актуально для проведения анализа гуманистических систем. Кроме того, описание подходов сопровождается изложением технологии выполнения расчетов и примерами. В конце главы также приведены контрольные вопросы и задания.

Отличительной особенностью предлагаемого учебного пособия являются представленные в нем авторские концепции в части проектного менеджмента, оценки рисков и возможностей проекта, целесообразности выполнения проекта.

# 1. ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОД В КОНТЕКСТЕ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

## 1.1. Введение в риск-менеджмент проектов

Каждый из нас регулярно сталкивается с проектами в повседневной жизни, в частности, в процессе трудовой деятельности, во время ремонта, путешествий, поиска работы. Но при этом мало кто задумывается о том, что он имеет дело с областью знаний «Управление проектами».

*Проект* (от лат. *projectus*) означает «брошенный вперед». Существует значительное количество определений проекта. Например, его можно определить следующим образом: «Проект – это ограниченная во времени деятельность для создания новых (уникальных) продуктов, услуг или результатов» (РМВОК, 2013).

Проектная деятельность существенно отличается от операционной деятельности:

- 1) продолжительность проекта ограничена во времени;
- 2) проектная команда создается для одного проекта и расформировывается после его завершения;
- 3) получение уникального продукта (услуга, результат) сопряжено с неопределенностью многих параметров проекта и ведет к большому количеству рисков (в том числе критических);
- 4) неопределенность и значительные риски приводят к необходимости внесения существенных изменений в проект.

Анализируя третий и четвертый пункты, легко заметить, что получается замкнутый круг: чем больше изменений, тем больше рисков, а чем больше рисков, тем больше изменений. Следовательно, рисками необходимо управлять.

Риски влияют на основные ограничения проекта («тройное ограничение», «железный треугольник»).

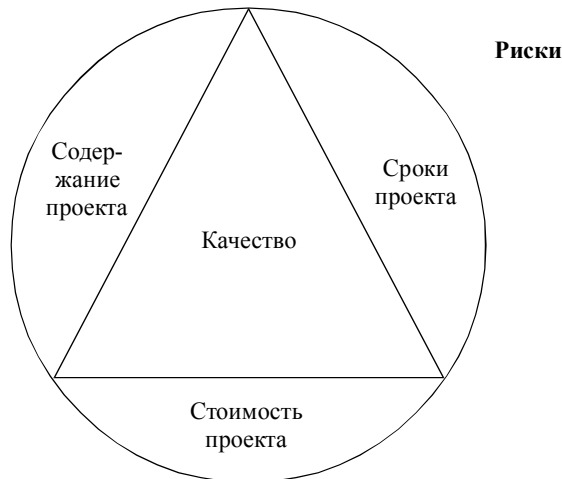


Рис. 1.1. Тройное ограничение проекта и риски

Тройное ограничение (рис. 1.1) говорит о том, что как у треугольника нельзя изменить одну сторону, не изменив еще хотя бы одну, так и в проекте нельзя изменить один параметр, не повлияв на другие. Например, если мы сокращаем продолжительность проекта, то это влечет за собой изменение содержания и/или стоимости проекта.

Риски влияют на все основные ограничения проекта. Следовательно, управление рисками – это управление всеми значимыми параметрами проекта.

Метод тройного ограничения относят к самым простым способам оценки успеха проекта. По данным исследования The Standish Group International, к успешным респонденты отнесли 29 % проектов, к неудачным (не достигнута одна из целей проекта) – 53 %, а к провалившимся (проекты вообще не были завершены или были завершены, но их результаты не используются) – 18 %. Одна из основных причин провала проектов – отсутствие управления рисками проектов.

*Риск проекта* – это неопределенное событие, которое в случае возникновения имеет позитивное или негативное воздействие

по меньшей мере на одну из целей проекта (например, сроки, стоимость, содержание или качество).

Проанализируем приведенное определение риска проекта.

1. В данном определении трактовка риска включает в себя не только негативную сторону, но и позитивную. Дело в том, что в английском языке риск понимается как «шанс».

2. Неопределенное событие – это событие, которое может произойти с какой-то вероятностью. Если мы точно знаем, что событие произойдет, то это не риск. Аналогично, если мы точно знаем, что событие не произойдет, то это тоже не риск.

3. Риск проекта влияет на цели проекта. Если какое-либо событие (например, землетрясение на другом материке) не влияет на цели проекта, то это не риск.

У любого риска есть два параметра: влияние и вероятность возникновения (рис. 1.2).

Величина риска	=	Влияние	×	Вероятность возникновения
----------------	---	---------	---	------------------------------

Рис. 1.2. Величина риска

Для определения значений влияния и вероятности возникновения риска используется шкала от 0 до 1: 0 – известно, что событие точно не произойдет; 1 – известно, что событие точно произойдет; 0 и 1 – крайние значения, они не учитываются, поскольку риск имеет вероятностную природу. А если что-то точно произойдет, то это не риск, а свершившийся факт; в данном случае нужно управлять не рисками, а изменениями.

При определении влияния и вероятности возникновения приходится использовать метод экспертных оценок, поскольку продукт проекта уникален и соответственно статистика отсутствует.

Управлять риском мы можем на протяжении всего проекта (рис. 1.3). Но чем ближе проект подходит к своему завершению, тем сложнее осуществлять управление риском. В данном случае будет уместна аналогия со стрельбой из лука. Когда прицеливаемся, то можем управлять траекторией стрелы. Но когда стрела



уже выпущена и летит, то ее полетом мы управлять практически не можем.

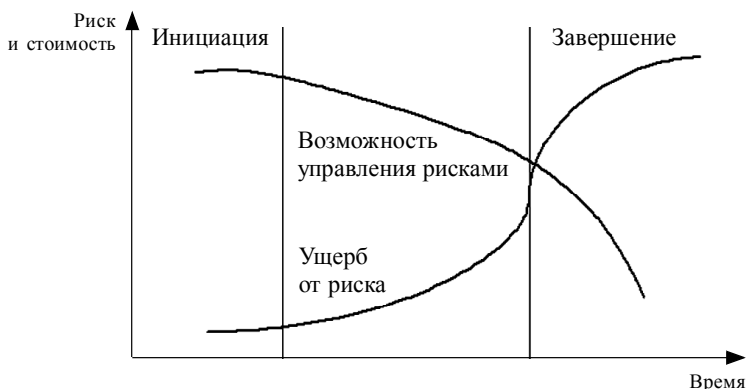


Рис. 1.3. Возможности управления рисками и ущерб от рисков

С ущербом в результате возникновения рисков события все наоборот: для большинства проектов ущерб растет к концу проекта. Например, если строить дорогу рядом с рекой, то в случае возникновения наводнения в начале строительства ущерб будет мал. Но если наводнение случится в конце проекта, то ущерб будет значительным. Что касается позитивных рисков, то позитивный эффект, наоборот, снижается при приближении к концу проекта. Например, существует позитивный риск снижения стоимости закупаемого сырья. Если это снижение произошло в начале проекта, то позитивный эффект высокий, если в конце – то эффект будет ниже.

## 1.2. Риски и основные ограничения проекта

К основным ограничениям относят сроки, бюджет и содержание проекта. И как риски проекта могут воздействовать на эти ограничения, так и изменение содержания/сроков/бюджета проекта приводит к росту рисков проекта. Следовательно, в целях снижения рисков проекта необходимо эффективно управлять и содержанием, и сроками, и бюджетом проекта.

### 1.2.1. Управление содержанием проекта

Первый шаг управления содержанием проекта – это определение видения, которое должно осуществляться в ходе предпроектных работ, результатом которых является устав проекта. В проектном менеджменте применительно к содержанию проекта в литературе также можно встретить такие термины, как «сфера проекта», «область охвата проекта», «границы проекта», которые являются синонимами.

*Содержание* – это термин, с помощью которого описываются границы проекта. Содержание определяет не только то, что должно быть получено в результате выполнения проекта, но и то, что не будет получено после завершения проектных работ.

Провал большинства проектов обусловлен двумя причинами или их сочетанием: 1) команда проекта не затратила достаточное количество времени на то, чтобы определить сферу проекта; 2) отсутствовало должное управление сферой проекта.

Не позаботившись о создании должного определения содержания проекта на этапе планирования, в дальнейшем будет весьма затруднительно эффективно управлять как содержанием проекта, так и проектом в целом. В случае возникновения новых требований со стороны заказчика, которые выводят проект за рамки сферы, утвержденной в плане управления проектом, необходимо инициировать процедуру управления изменениями. Но если содержание проекта оставляет простор для интерпретации, то заказчик может заявить, что изменение остается в пределах границ проекта, и руководителю проекта будет чрезвычайно трудно инициировать процедуру управления изменениями.

Цель управления изменением в части содержания проекта – защитить жизнеспособность текущего утвержденного и согласованного содержания проекта и плана управления проектом. Когда разрабатывалось содержание проекта, были сделаны определенные предположения о том, что должно быть результатом проекта. Эти предположения были сформулированы в согласованном документе «Содержание проекта», а также нашли свое отражение в плане управления проектом. Если в ходе проекта изменяются промежу-

точные или конечные результаты (их еще называют «артефакты»), то это, как правило, означает, что все оценки стоимости, трудоемкости и продолжительности перестают быть достоверными и должны подлежать изменениям. Таким образом, неэффективное управление содержанием проекта увеличивает как риски превышения сроков и бюджета проекта, так и риски всего проекта в целом.

Для повышения эффективности управления содержанием рекомендуется в ходе выполнения проекта выполнить следующие основные процедуры: 1) определить требования участников проекта; 2) определить содержание проекта; 3) определить иерархическую структуру работ; 4) подтвердить содержание проекта; 5) управлять содержанием проекта. Рассмотрим эти процедуры более детально.

**Сбор требований участников** – это процесс, позволяющий определить и зафиксировать документально функциональные требования и характеристики будущего продукта проекта, который полностью удовлетворял бы потребностям и ожиданиям заказчика. Успех проекта напрямую зависит от сбора и управления требованиями участников.

*Требования* – это условия или возможности, которые должны обеспечивать результаты проекта. Требования включают в себя количественные характеристики, необходимые документы, пожелания и ожидания спонсора, заказчиков, пользователей и других участников проекта.

Все требования необходимо выявить, проанализировать и зафиксировать до начала этапа выполнения проектных работ. Для идентификации требований могут быть использованы такие методы, как проведение интервью, совещаний, анкетирование, создание прототипов (опытных образцов) и т. д.

Требования могут затрагивать не только основные функциональные характеристики, но и описывать такие аспекты, как сервис, безопасность, уровень качества, организационную структуру проекта, воздействие на окружающую среду, доработку требований и т. д.

После того как собраны требования участников проекта, стартует процесс определения содержания проекта.

Определение содержания проекта – это процесс разработки детального описания проекта и продукта. Успех проекта напрямую определяется качеством проведения данного процесса. В ходе определения содержания необходимо учитывать различные риски (профиль неопределенности проекта), допущения и ограничения.

Определить содержание (области охвата) проекта необходимо, поскольку идентифицированные требования участников проекта могут быть самыми различными и зачастую противоречить друг другу (рис. 1.4). Кроме того, продолжительность и стоимость их реализации может существенно превышать установленные сроки и выделенный бюджет проекта. Все это приводит к увеличению рисков проекта.



Рис. 1.4. Требования участников и область охвата проекта

Определение содержания проекта позволяет осуществить декомпозицию результата проекта и получить иерархическую структуру работ.

Создание иерархической структуры работ – это процесс деления результатов проекта и проектных работ на более мелкие, более управляемые компоненты. Технология декомпозиции делит проект на несколько более мелких частей,

каждая из которых приносит прибыль. Здесь стоит отметить, что необходимо, чтобы во всех проектах, которые реализуются в условиях нестабильности (например, инновационные проекты), присутствовали многочисленные промежуточные результаты, своевременное и правильное объединение которых приводит к реализации совокупной конечной цели проекта. Дробление проекта необходимо еще и потому, что из-за значительного ускорения жизни во многом повысились и ожидания.

От компаний ждут все более быстрых и качественных результатов. Поэтому инструмент декомпозиции представляет собой ответ на эти требования. В результате декомпозиции, по словам К. Бенко и Ф. Уоррен Мак-Фарлан, мы получаем «удобоваримые “ломти”», каждый из которых приносит постоянно увеличивающуюся прибыль»<sup>1</sup>. У этой тактики есть несколько преимуществ. Во-первых, снижается риск, поскольку проекты становятся меньше и проще, а последующие «ломти» учатся на опыте предыдущих. Во-вторых, рост прибыли достигается быстрее. Наконец, благодаря дроблению проекта появляются различные варианты действий, что при необходимости позволяет раньше изменить направление проекта, его объем или бюджет. Таким образом, портфель проектов в целом становится более гибким.

Чтобы лучше понять, как работает дробление проекта, рассмотрим следующую схему (рис. 1.5).

На схеме представлен широкомасштабный серьезный проект, разложенный на несколько временных отрезков. На оси абсцисс отмечается время, на оси ординат – чистая прибыль всего проекта. Как и в большинстве случаев, для этого проекта необходим период авансовых инвестиций. Затем, с течением времени, прибыль увеличивается и, как ожидалось, превышает первоначальные капиталовложения. На каждой стадии реализации проекта отношение между инвестициями и прибылью меняется, что показано в виде окружностей и квадратов. Как правило, до реализации чистой при-

---

<sup>1</sup> Бенко К., Мак-Фарлан Ф. У. Управление портфелем проектов: Соответствие проектов стратегическим целям компании. М. : ООО «И. Д. Вильямс», 2007.

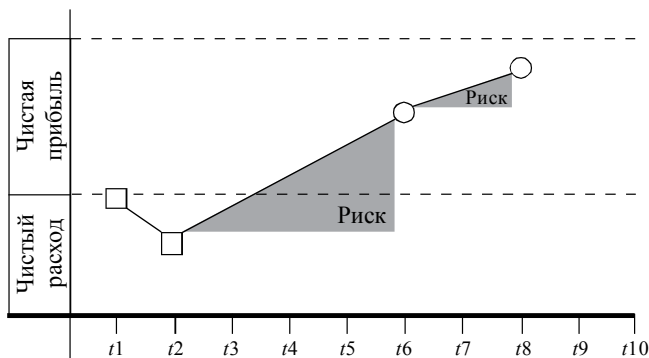


Рис. 1.5. Традиционная кривая расходов и доходов по проекту<sup>2</sup>

были проект проходит от одной до нескольких стадий чистых инвестиций.

Итак, рисунок демонстрирует хорошо спланированный проект, состоящий из продуманных стадий и сулящий прибыль в будущем. Но чем возвышеннее цель проекта и чем продолжительнее время его реализации, тем больше риск, это показано в виде треугольников под кривой инвестиций.

В качестве альтернативы можно рассмотреть рис. 1.6.

Если сравнить кривую доходов и расходов на рис. 1.5 и 1.6, то легко заметить, что при традиционном подходе, представленном на рис. 1.5, для достижения цели проекта используется всего две возможности. Продолжительность первого этапа проекта отодвигает получение чистой прибыли в далекое будущее, поэтому соответствующий треугольник риска больше. На схеме раздробленного проекта треугольники меньше, чем на традиционном графике, потому что на каждой стадии инвестиций организация подвергается меньшему риску. С одной стороны, это объясняется тем, что в каждый конкретный момент времени размер инвестиций меньше, а каждый «ломоть» уже может приносить свою прибыль. Кроме того, на каждой стадии увеличивается объем доступной информа-

<sup>2</sup> См.: Бенко К., Мак-Фарлан Ф. У. Управление портфелем проектов. С. 117.

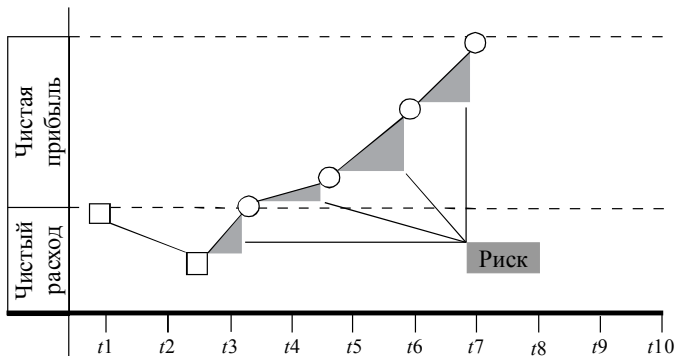


Рис. 1.6. Кривая доходов и расходов в случае декомпозиции результата проекта<sup>3</sup>

ции. При дроблении проекта информация о результатах сдачи предыдущих результатов предоставляется в распоряжение последующих. Кроме того, каждый «ломоть» может воспользоваться новой информацией, которую получает компания, например, о ее конкурентах, рынках или новой технологии. Поэтому доступ к большому количеству возможностей для действий на основе новой информации снижает риск и улучшает результат проекта.

**Подтверждение содержания проекта** — это формальное принятие заказчиком результатов проекта (конечного или промежуточных) в части полноты реализации требований.

Подтверждение содержания отличается от контроля качества тем, что оно в первую очередь связано с приемкой результатов поставки относительно полноты реализации требований, а контроль качества предназначен для проверки соответствия требованиям качества, указанным для каждого результата поставки (т. е. выявляем брак).

В ходе выполнения данной процедуры можно столкнуться с риском затягивания процедуры сдачи-приемки работ: с одной стороны, передаваемый заказчику результат отвечает всем фор-

<sup>3</sup> См.: Бенко К., Мак-Фарлан Ф. У. Управление портфелем проектов. С. 118.

мально описанным требованиям и содержанию проекта, а с другой – по каким-то причинам заказчик недоволен полученным результатом.

Как правило, это связано с тем, что заказчик, вступая в проект, имеет как явные, так и скрытые ожидания. Явные требования формализованы в документе «Определение содержания», на основании которого осуществляется процедура «Подтверждение содержания». Но в том случае когда явные требования и скрытые ожидания практически не перекрываются, риски проекта существенно возрастают. Следовательно, успех выполнения процедуры подтверждения содержания, да и всего проекта в целом определяется качеством сбора требований участников проекта (явных и неявных).

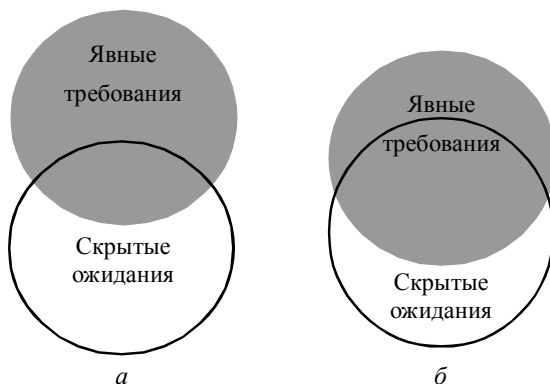


Рис. 1.7. Явные требования и скрытые ожидания участников проекта

В идеале в процессе сбора требований все неявные ожидания должны перейти в явные требования. Если обратиться к рис. 1.7, то в случае *a* риск проекта будет существенно выше, чем в случае *б*, поскольку в случае *a* явные требования и скрытые ожидания практически не перекрываются, а в случае *б* область пересечения требований существенно больше.

Но зачастую на первых этапах выполнения проекта далеко не всегда удастся выявить все скрытые ожидания заказчика и формализовать их. И для того чтобы снизить риск и защитить жизне-



способность проекта в части его содержания, необходимо выполнять процедуру «Управление содержанием проекта».

У п р а в л е н и е с о д е р ж а н и е м п р о е к т а – это поддержка процедуры общего управления изменениями. Таким образом, если в ходе выполнения проекта будут выявлены новые ожидания заказчика, которые не были идентифицированы на этапе предпроектного анализа и первичного сбора требований, то выполнение процедуры управления содержанием позволит пересмотреть и формализовать не только новые требования заказчика к проекту, но и сроки, бюджет проекта.

### **1.2.2. Управление сроками проекта**

Процессы управления сроками позволяют своевременно завершить проект. Поэтому для снижения рисков и повышения эффективности управления проектом рекомендуется выполнить следующие процедуры: 1) определить состав операций; 2) определить взаимосвязь операций; 3) определить ресурсы, необходимые для выполнения операций; 4) определить длительность операций; 5) разработать расписание проекта; 6) управлять расписанием проекта.

О п р е д е л е н и е с о с т а в а о п е р а ц и й – определение конкретных плановых операций, которые необходимо выполнить для получения различных результатов проекта. Для определения состава операций, как правило, используется метод декомпозиции. И здесь возникает вопрос, связанный с количеством иерархических уровней, которые мы должны получить, пройдя сверху вниз от конечного результата до отдельных операций. Универсального рецепта нет, поскольку при разбиении проекта необходимо учитывать как специфику результата проекта, так и особенности проектной команды. Тем не менее можно руководствоваться правилом, что у каждой операции должен быть один «хозяин», т. е. в случае если за выполнение операции отвечают несколько участников проекта (заказчик, исполнитель), то это означает, что до операции мы еще не дошли и декомпозицию следует продолжать дальше. Если же мы остановимся и будем осуществлять дальнейшее

планирование со списком операций, в котором за каждую операцию отвечают несколько участников проекта, то риски проекта существенно повышаются.

**О п р е д е л е н и е в з а и м о с в я з и о п е р а ц и й** включает в себя идентификацию и документирование логических взаимосвязей между запланированными операциями. Для определения взаимосвязей осуществляется построение сетевых диаграмм с применением программного обеспечения или вручную.

При включении любой операции в сетевой график необходимо определить для нее три типа отношений:

1. *Операции, предшествующие данной (предшественники)*. Это операции, которые должны быть завершены непосредственно перед анализируемой операцией.

2. *Операции, следующие за данной (последователи)*. Это операции, которые должны следовать непосредственно за анализируемой операцией.

3. *Параллельные операции*. Это операции, которые могут выполняться одновременно с анализируемой операцией.

Выявление по возможности всех предшествующих и последующих операций снижает уровень неопределенности и соответственно риски проекта. Включение параллельных операций в сетевой график уменьшает продолжительность проекта, но увеличивает риски, поскольку возрастает уровень сложности координации проектных работ.

**О п р е д е л е н и е р е с у р с о в, н е о б х о д и м ы х д л я в ы п о л н е н и я о п е р а ц и й.** Для выполнения операций требуются различные ресурсы: трудовые ресурсы, оборудование или материальные средства. Оценка ресурсов операции призвана определить, какие из них будут использоваться, в каком количестве и когда каждый из ресурсов будет доступен для выполнения проектных операций. Процесс оценки ресурсов операций тесно переплетается с процессом оценки их стоимости.

Когда осуществляется привязка ресурсов к операциям, необходимо учитывать доступность ресурсов, т. е. возможность использовать ресурс для выполнения операции в нужное время в необхо-

димом количестве. В случае отсутствия анализа доступности ресурсов риски проекта увеличиваются. Это связано с тем, что полученный в результате план будет невозможно реализовать. Например, если речь идет о трудовых ресурсах, то один и тот же участник проекта в одно и то же время должен одновременно выполнять две (а возможно, и более) операции.

**О п р е д е л е н и е д л и т е л ь н о с т и о п е р а ц и й.** Процесс оценки длительности операций – это процесс, с помощью которого мы определяем количество рабочих периодов, необходимых для завершения операций; для выполнения данной операции задействованы определенные ресурсы.

Процесс оценки длительности операций базируется на информации о содержании работ, необходимых для выполнения операции, типах требуемых ресурсов, расчетном количестве ресурсов и календарях ресурсов с указанием их доступности.

Как правило, оценку длительности операций осуществляют члены команды проекта, которые в наибольшей степени знакомы с характером и содержанием работ в рамках данной операции. Оценка длительности в процессе планирования постепенно уточняется, поскольку появляется все больше подробных и точных данных.

**Р а з р а б о т к а р а с п и с а н и я п р о е к т а** – это итеративный процесс, определяющий плановые даты начала и завершения операций проекта. При разработке расписания, как правило, приходится корректировать ресурсы и оценку длительности.

Полученное расписание является базовым. На основании базового расписания оцениваются степень завершения проекта и отклонения. Работа над расписанием – итеративный процесс, продолжающийся в течение выполнения проекта, поскольку в проект приходится вносить различные изменения. Качество формируемого расписания определяется качеством определения требований и содержания проекта.

В ходе разработки расписания определяется критический путь, т. е. непрерывная последовательность задач проекта, требующая наибольшего времени выполнения. Задачи, лежащие на критичес-

ком пути, являются источниками риска, поскольку любая задержка в их выполнении увеличивает продолжительность выполнения проекта в целом.

У п р а в л е н и е р а с п и с а н и е м – это процесс, направленный на выполнение следующих процедур: а) на определение текущего состояния расписания проекта; б) идентификацию факторов, создающих изменения в расписании, и влияние на них; в) управление изменениями по мере их возникновения.

Ключевой функцией управления расписанием является проведение анализа отклонений по срокам. Сравнение утвержденных дат начала и выполнения с фактическими/прогнозируемыми дает полезную информацию для выявления отклонений и осуществления корректирующих действий в случае задержек. Таким образом, выполнение процедуры «Управление расписанием» снижает риск проекта.

### **1.2.3. Управление стоимостью проекта**

*Стоимость проекта* – это совокупность стоимостей всех ресурсов, необходимых для получения результата проекта. Таким образом, оценка всех затрат по проекту эквивалентна оценке общей стоимости проекта.

Область знаний «Управление стоимостью проекта» включает в себя следующие процессы: 1) стоимостную оценку; 2) разработку бюджета проекта; 3) управление стоимостью.

С т о и м о с т н а я о ц е н к а – определение примерной стоимости ресурсов, необходимых для выполнения операций проекта. Стоимостная оценка операций заключается в приблизительной оценке стоимости ресурсов, необходимых для выполнения каждой плановой операции. При проведении примерной оценки стоимости необходимо принимать в расчет возможные причины появления отклонений, включая риски.

В процессе выполнения проекта рекомендуется проводить уточнение стоимостной оценки. Это дает возможность получать более полную картину в отношении деталей проекта. При перехо-

де к последующим стадиям жизненного цикла проекта точность оценки стоимости проекта повышается. Например, в фазе инициации стоимостная оценка может колебаться от  $-50$  до  $+100$  %. В дальнейшем, по мере поступления информации, порядок величины оценки может сузиться до значений от  $-10$  до  $+15$  %.

Для определения стоимости проекта используются различные методы. Одним из них является метод оценки по аналогам, заключающийся в том, что при оценке стоимости текущего проекта в качестве основы принимается фактическая стоимость предыдущих схожих проектов. Несмотря на простоту применения этого метода, он является наименее точным и, следовательно, повышает риски проекта. Метод оценки по аналогам рекомендуется применять лишь в ранних фазах проекта.

Более точным методом оценки стоимости является метод «снизу вверх». Он включает оценку стоимости отдельных пакетов работ или отдельных операций с максимальной степенью детализации. Детальная оценка отдельных операций суммируется и переходит на более высокие уровни. Стоимость и точность оценки стоимости по методу «снизу вверх» обычно зависят от размеров и сложности отдельных плановых операций или пакетов работ. Обычно чем меньше трудоемкость операций, тем выше точность стоимостной оценки плановых операций и тем ниже риск проекта.

Разработка бюджета проекта заключается в суммировании оценок стоимости отдельных операций или пакетов работ с целью формирования базового плана по стоимости. Помимо стоимостных оценок отдельных операций бюджет проекта также включает и резервы на непредвиденные расходы.

Одним из основных методов разработки бюджета проекта является анализ резервов, который определяет размер резервов на непредвиденные обстоятельства и позволяет учесть незапланированные, но потенциально необходимые изменения. Подобные изменения могут быть вызваны, например, рисками, определенными в реестре рисков. Этот вид резервов – «управленческие резервы на непредвиденные обстоятельства» – представляет собой бюджет, зарезервированный на случай незапланированных, но потенциально

возможных изменений содержания и стоимости проекта. Для использования данного резерва руководитель проекта всегда обязан получить разрешение у спонсора. Управленческие резервы на непредвиденные обстоятельства не входят в базовый план по стоимости проекта, а включаются в бюджет проекта.

Кроме того, в процессе разработки бюджета необходимо согласовать объемы и сроки финансирования. Это связано с тем, что порядок выплат по проекту должен быть составлен таким образом, чтобы платежи носили плавный характер, без резких колебаний. Чтобы учесть это требование, выплаты, как правило, привязываются к завершению какого-либо этапа работ и получению промежуточных или конечного результата.

Результатом разработки бюджета проекта является базовый план по стоимости, представляющий собой распределенный по времени бюджет, по которому производятся сверка, мониторинг и контроль использования денежных средств всего проекта. Он разрабатывается путем суммирования оценок стоимости по периодам времени и обычно отображается в виде S-кривой. Кроме того, на основании базового плана по стоимости определяются требования к финансированию проекта, представляющие собой инкрементные суммы (общие и разбитые на периоды: ежемесячные, ежеквартальные).

**У п р а в л е н и е   с т о и м о с т ь ю** – воздействие на факторы, вызывающие отклонения по стоимости, и управление изменениями бюджета проекта.

Управление стоимостью проекта включает следующие основные аспекты:

- воздействие на факторы, вызывающие изменения базового плана по стоимости;
- управление изменениями по мере их возникновения (регистрация изменения, анализ, процедура утверждения, контроль выполнения утвержденных изменений);
- обеспечение того, что потенциальное превышение стоимости не приведет к увеличению расходов сверх утвержденных пределов финансирования;

- осуществление мониторинга расходов с целью обнаружения и анализа отклонений от базового плана по стоимости;
- информирование соответствующих участников проекта об утвержденных изменениях.

Управление стоимостью проекта является частью общего управления изменениями и включает в себя поиск причин, вызывающих как позитивные, так и негативные отклонения. Например, неадекватное реагирование на отклонение по стоимости может привести к возникновению проблем с расписанием или качеством или к появлению непереносимого увеличения риска на дальнейших этапах проекта.

Таким образом, эффективное управление стоимостью снижает риски проекта.

Одним из основных методов управления стоимостью является *метод освоенного объема*. Суть его заключается в следующем. Во-первых, данный метод представляет собой способ объективного измерения количества работы, вложенной в проект. Во-вторых, он позволяет определить объем выполненных работ и сопоставить фактические затраты с тем, что были первоначально предусмотрены в бюджете. Кроме того, метод освоенного объема следует рассматривать не только как инструмент мониторинга и учета текущего состояния проекта, он также является инструментом прогнозирования и оперативного планирования.

Базовыми показателями метода освоенного объема являются:

1. *Бюджет по завершении, БПЗ (Budget At Completion, BAC)*. Общий бюджет всего проекта.

2. *Плановый объем, ПО (Planned Value, PV)*. Это оценочный объем запланированных работ. Плановые объемы показывают, сколько работ должно быть выполнено в конкретный момент времени в соответствии с планом проекта, т. е. каков должен быть прогресс в выполнении проекта на определенную дату. Плановые объемы – это численное выражение объемов работ, запланированных к выполнению в соответствии с графиком на текущую дату. Плановые объемы представляют собой официально установленную базу для сравнения всех показателей, т. е. это показатель базового плана выполнения проекта. Показатель плановых объемов графиче-

чески представляется в виде кумулятивных графиков (*S*-кривых), показывающих плановые объемы выполнения работ по проекту нарастающим итогом.

3. *Фактическая стоимость, ФС (Actual Cost, AC)*. Реальная стоимость выполненных работ на текущую дату или количество ресурсов, фактически потраченных на выполнение работ до текущей даты, т. е. это совокупность всех затрат, возникших в ходе выполнения проекта на текущую дату. Фактические затраты графически, так же как и плановые объемы, отображаются в виде *S*-кривой.

4. *Освоенный объем, ОО (Earned Value, EV)*. Это оценочный объем фактически выполненных работ или количество ресурсов, запланированных на фактически выполненный объем работ к текущей дате. Освоенный объем не зависит от фактически произведенных затрат.

Графически анализ освоенного объема на основе факта можно представить как на рис. 18.

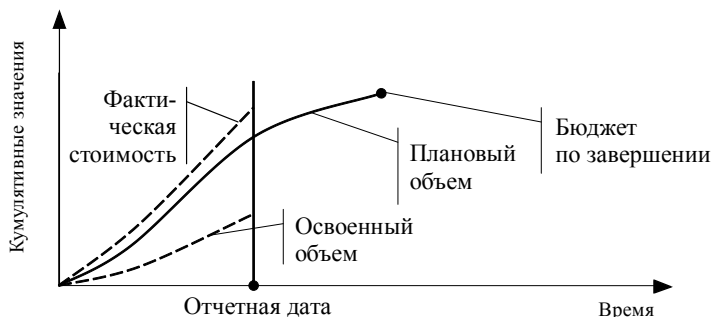


Рис. 18. Анализ проекта методом освоенного объема

Так как метод освоенного объема учитывает фактор времени, он позволяет определить как реальное отклонение по затратам, так и отставание по графику выполнения работ.

*Отклонение по стоимости, OCT (Cost Variance, CV)*. Этот показатель позволяет ответить на вопрос: «Находится проект в рамках или за рамками бюджета?»:

$$CV = EV - AC. \quad (1.1)$$



Помимо выражения в стоимостных единицах отклонение по стоимости может быть выражено и в процентах:

$$CVP(\%) = 100 \cdot (EV - AC) / EV = 100 \cdot CV / EV. \quad (1.2)$$

*Отклонение по срокам, OCP (Schedule Variance, SV).* Этот показатель позволяет ответить на вопрос: «Отстает ли проект от графика или опережает его?»:

$$SV = EV - PV. \quad (1.3)$$

Помимо выражения в стоимостных единицах отклонение по срокам может быть выражено и в процентах:

$$SVP(\%) = 100 \cdot (EV - PV) / PV = 100 \cdot SV / PV. \quad (1.4)$$

Оценки, полученные методом освоенного объема, более адекватно описывают сложившуюся ситуацию по проекту в сравнении с традиционным методом сопоставления фактически затраченных средств и средств, запланированных к расходу на текущую дату. Этот факт можно проиллюстрировать следующим примером.

**Пример 1.1.** Пусть бюджет проекта, который планирует реализовать в течение 12 месяцев, составляет 100 тыс. руб. ( $BAC = 100$ ). На выполнение работы до текущей даты планировалось израсходовать 25 тыс. руб. ( $PV = 25$ ), а фактически было израсходовано 22 тыс. руб. ( $AC = 22$ ). При этом на выполнение запланированных к отчетной дате работ нужно было израсходовать 20 тыс. руб., т. е. ( $EV = 20$  тыс. руб.). Определить отклонения традиционным методом и методом освоенного объема. Сделать выводы.

*Решение.* Если рассчитать отклонение по затратам традиционным способом, т. е. факт-план ( $PV - AC = 25 - 22$ ), то мы получим 3 тыс. руб. Из этого можно сделать вывод, что наблюдается экономия.

В соответствии с методом освоенного объема реальное отклонение по затратам составляет 2 тыс. руб. ( $CV = EV - AC = 20 - 22 = -2$ ), т. е. имеет место перерасход денежных средств на 10 % ( $CVP = CV / EV \cdot 100 = -2 / 20 \cdot 100 = -10$  %). При этом отклонение по срокам составляет 5 тыс. руб. ( $SV = EV - PV = 20 - 25 = -5$ ), что говорит об отставании от графика на 20 % ( $SVP = SV / PV \cdot 100 = -5 / 25 \cdot 100 = -20$  %).

*Индекс выполнения стоимости, ИВС (Cost Performance Index, CPI)* позволяет определить эффективность стоимости работы, выполненной на определенный момент времени, а также ответить на вопросы: «Насколько эффективно используются ресурсы?» или «Сколько мы получаем копеек на каждый потраченный рубль?». Определяется данный показатель как отношение освоенного объема к фактическим затратам:

$$CPI = EV/AC. \quad (1.5)$$

Если  $CPI = 1$ , то затраты на текущую дату соответствуют плану. Если  $CPI > 1$ , то на текущую дату затрачено меньше средств, чем предусмотрено. И если  $CPI < 1$ , то на текущую дату затрачено больше средств, чем предусмотрено.

*Индекс выполнения сроков, ИВСП (Schedule Performance Index, SPI)* позволяет ответить на вопрос: «Насколько эффективно используется время?». Этот показатель дает оценку выполнения плана на конкретную дату и определяется как отношение освоенного объема к планируемому объему:

$$SPI = EV/PV. \quad (1.6)$$

Если  $SPI = 1$ , то работы выполняются в соответствии с графиком; если  $SPI > 1$ , то работы идут с опережением графика (сроков); если  $SPI < 1$ , то выполнение работ отстает от графика (срыв сроков).

**П р и м е р 1.2.** Условия аналогичны тем, которые приведены в примере 1.1. Определить индекс выполнения стоимости и индекс выполнения сроков.

*Решение.*  $CPI = 20/22 = 0,9$ . Это означает, что мы получаем 90 коп. на каждый затраченный рубль. Таким образом, на текущую дату затрачено больше средств, чем запланировано.

$SPI = 20/25 = 0,8$ . Это означает, что мы продвигаемся на 80 % от первоначально запланированного темпа.

По мере выполнения проекта на основе поступающей информации в целях снижения рисков требуется разрабатывать прогнозы.

*Прогнозная стоимость проекта или оценка по завершении (EAC)* определяется как отношение запланированного бюджета на весь проект к индексу выполнения стоимости:

$$EAC = BAC / CPI. \quad (1.7)$$

*Прогнозная продолжительность проекта (EAC<sub>t</sub>)* определяется следующим образом:

$$EAC_t = N_t / SPI, \quad (1.8)$$

где  $N_t$  – запланированное количество периодов реализации проекта.

**П р и м е р 1.3.** Условия аналогичны примеру 1.1. Определить прогнозный бюджет и прогнозную длительность проекта.

*Решение.* Прогнозный бюджет к окончанию проекта составит  $EAC = 100 / 0,9 = 111,11$ .

Таким образом, исходя из фактических данных, прогнозный бюджет к окончанию проекта составит 111,11 тыс. руб. вместо 100 тыс. руб. Этот расчет прогнозной стоимости проекта предполагает, что тенденции выполнения проекта, отраженные в индексе выполнения стоимости, сохранятся на всех дальнейших этапах выполнения проекта.

Для оцениваемого проекта  $N_t = 12$  месяцев,  $SPI = 0,8$ . Соответственно  $EAC_t = 12 / 0,8 = 15$  месяцев.

Исходя из полученных значений прогнозной стоимости и сроков видно, что если тенденция в выполнении проекта не изменится, то проект завершится на четыре месяца позже планового срока и с превышением бюджета на 11,11 тыс. руб. Несомненно, эта оценка является приблизительной. Но тем не менее она более-менее объективно отражает сложившуюся ситуацию.

### **1.3. Риски и дополнительные факторы**

Помимо традиционных основных ограничений (содержание проекта, сроки, бюджет), которые напрямую влияют на риски проекта, в последнее время в проектном менеджменте большое значение стали уделять следующим дополнительным факторам: качеству

проекта, человеческим ресурсам проекта, коммуникациям проекта, поставкам проекта (взаимодействие с бизнес-партнерами).

### **1.3.1. Качество проекта**

*Качество* – это совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные или предполагаемые потребности. В контексте управления проектом таким объектом может быть как проект в целом, так и результаты проекта, ресурсы проекта и другие его составляющие.

В управлении проектом, как правило, различают четыре ключевых аспекта качества:

1) качество, обусловленное соответствием рыночным потребностям и ожиданиям. Данный аспект качества достигается благодаря определению явных и неявных потребностей заказчика;

2) качество разработки и планирования проекта. Данный аспект качества достигается благодаря тщательной разработке самого проекта и его продукции;

3) качество выполнения работ по проекту в соответствии с плановой документацией;

4) качество материально-технического обеспечения проекта.

Данные четыре аспекта являются достаточными для управления традиционными проектами. Но помимо указанных аспектов, в целях повышения конкурентных преимуществ предприятия и снижения риска его банкротства, рекомендуется учитывать дополнительные аспекты качества, такие как:

– качество эксплуатации продукта проекта. Данный аспект качества предполагает, что производители современных ценных и наукоемких продуктов помогают потребителю эффективно эксплуатировать продукт, осуществляют гарантийное обслуживание, обучение, ремонт и изменение продукта;

– качество развития продукции проекта. Определяется быстротой и гибкостью реагирования производителя на изменение потребностей и ожиданий заказчиков, а также качеством управления процессами изменения конфигурации продукции проекта. Во мно-

гом этот аспект равнозначен качеству, обусловленному соответствием рыночным потребностям и ожиданиям. Но, исходя из того что в данном случае речь идет об изменении и развитии уже существующей продукции, этот аспект следует рассматривать значительно шире;

– качество утилизации и переработки продукта после использования. С системной точки зрения конечным результатом процессов производства и эксплуатации являются отходы и «остаточные» продукты. Качество их утилизации и переработки означает получение максимального экономического эффекта и минимального негативного экологического воздействия на окружающую природную и социальную среду.

В рамках управления проектом выделяют три группы процессов управления качеством:

1) *планирование качества* – процесс определения требований и/или стандартов качества для проекта и продукта, а также документирования того, каким образом проект будет демонстрировать соответствие установленным требованиям и стандартам;

2) *осуществление обеспечения качества* – процесс проверки соблюдения требований к качеству и результатов измерений в процессе контроля качества для обеспечения применения соответствующих стандартов качества и оговоренных требований;

3) *осуществление контроля качества* – процесс контроля и записи результатов выполнения действий по обеспечению качества для оценки исполнения и разработки рекомендаций относительно необходимых изменений.

Одним из основных принципов управления качеством является положение «Предупреждение важнее, чем инспектирование», суть которого заключается в том, что предотвратить появление брака важнее, чем выявить его возникновение и начать его устранять. Этот принцип позволяет не только снизить риски проекта, но и уменьшить его бюджет, что демонстрирует рис. 1.9.

Если в начале проекта не уделяется должного внимания процессам планирования (в том числе и планированию качества), то объем брака и затраты на его устранение возрастают. Если же на начальном



Рис. 1.9. Подходы к управлению качеством

этапе проекта провести работы по планированию и анализу, то количество брака уменьшается, что способствует снижению рисков срыва сроков и превышения бюджета.

### 1.3.2. Человеческие ресурсы проекта

Управление человеческими ресурсами проекта включает в себя процессы по организации команды проекта и управлению ею. Сила проектных команд выражена в термине «синергизм» (от греч. «*синергос*» – совместная работа). Эффективные команды с положительным синергизмом обладают рядом характеристик. Это

– групповые ценности. У каждого члена команды есть чувство общей цели, каждый член команды готов работать над достижениями целей проекта;

– синергизм способностей и знаний. Команда знает, у кого из ее членов какие способности и знания, и охотно использует их для работы над проектом в соответствии с необходимостью. Команда с готовностью подчиняется и признает полномочия тех, чьи знания и квалификация важны для выполнения непосредственной задачи;

– равенство. К членам команды отношение равное и работают они на равных, что способствует достижению целей и поддерживает сплоченность и хорошее моральное состояние;

– энергия команды. Направлена на решение проблем, а не на выяснение отношений и конкуренцию;

– толерантность к инакомыслию. Поощряются различные мнения и свободный обмен ими;

– отрицательный результат, что тоже результат. Для того чтобы поощрить творчество и способность принимать риск на себя, ошибки рассматриваются как возможность научиться чему-либо, а не как повод для наказания;

– высокий стандарт качества. Члены команды лично для себя устанавливают высокие критерии работы и поощряют друг друга, чтобы достичь целей проекта;

– олицетворение себя с командой проекта. Члены команды считают команду неотъемлемой частью себя и важным источником как профессионального, так и персонального роста.

Процессы управления человеческими ресурсами проектов – это: 1) планирование человеческих ресурсов; 2) набор команды проекта; 3) развитие команды проекта; 4) управление командой проекта.

**П л а н и р о в а н и е ч е л о в е ч е с к и х р е с у р с о в** – определение и документальное оформление ролей, ответственности и подотчетности, а также создание плана управления обеспечением проекта персоналом. Данный план должен включать в себя распределение ролей в проекте и ответственных.

Для успешного выполнения проекта крайне важно, чтобы для каждой роли были ясно определены полномочия, ответственность и квалификация. *Полномочия* – это право задействовать ресурсы проекта, принимать решения и утверждать одобрение действий или результатов. Примерами решений, для принятия которых нужны ясные и четкие полномочия, являются выбор способа завершения операции, приемка качества и порядок реагирования на отклонения в проекте. Члены команды работают наиболее эффективно, когда уровень полномочий каждого из них соответствует их ответственности. *Ответственность* – это работа, которую

член команды проекта должен выполнить для завершения операций проекта. *Квалификация* – это навыки и способности, необходимые для выполнения операций проекта. Если члены команды проекта не обладают необходимой квалификацией, то выполнение проекта может оказаться под угрозой. При обнаружении подобных несоответствий необходимо предпринять предупредительные меры, например, провести обучение, инициировать изменение расписания или содержания.

В рамках выполнения процесса «Планирование человеческих ресурсов» разрабатывается План обеспечения проекта персоналом, который содержит информацию о том, когда и как должны выполняться требования по обеспечению человеческими ресурсами.

**Н а б о р к о м а н д ы п р о е к т а** – привлечение человеческих ресурсов, необходимых для выполнения проекта.

При наборе команды руководитель проекта должен учитывать такие важные факторы, как опыт работы, доступность, квалификация, заинтересованность, стоимость. Кроме того, необходимо учитывать и такие факторы, которые на первый взгляд являются менее важными: способность решать проблемы, технологическая квалификация, доверие к сотруднику, политические связи сотрудника, честолюбие, инициатива, энергичность.

**Р а з в и т и е к о м а н д ы п р о е к т а** – повышение квалификации членов команды проекта и укрепление взаимодействия между ними с целью повышения эффективности исполнения проекта.

Одна из наиболее распространенных моделей развития команды включает пять стадий, проходя через которые группы становятся эффективными командами:

1. *Формирование.* На этой, начальной стадии работники знакомятся друг с другом и вникают в масштаб проекта. Они начинают устанавливать базовые правила, стараясь определить, какое поведение приемлемо как относительно проекта (какую роль они должны играть, каковы ожидания относительно качества проекта), так и в межличностных отношениях (кто действительно несет ответственность). Эта стадия завершается, когда работники начинают ощущать себя частью группы.



2. *Смятение.* Эта стадия отмечена высокой степенью внутренних противоречий. Работники согласны с тем, что они являются частью проектной группы, но сопротивляются ограничениям, которые проект и группа налагают на их индивидуальность. Возникает противоречие по поводу того, кто будет руководить группой, как будут приниматься решения и т. д. Когда это противоречие разрешается, лидерство руководителя проекта становится признанным и группа переходит на следующую стадию.

3. *Нормализация.* На третьей стадии развиваются тесные взаимоотношения, и группа демонстрирует сплоченность. Чувства товарищества и ответственности за проект возрастают. Эта стадия завершается, когда структура группы укреплена и группа выработала общую систему ожиданий и критериев относительно того, как ее члены должны работать вместе.

4. *Выполнение.* На данном этапе все согласны, что структура группы полностью функциональна. Группа завершила переход от знакомства и выяснения того, как она будет работать, к достижению целей проекта. Задача руководителя проекта – как можно быстрее дойти до этой стадии. Однако стоит отметить, что предыдущая стадия (стадия нормализации) очень важна для эффективного выполнения проекта. Следовательно, ускорение перехода к выполнению проектных работ без нормализации взаимоотношений в группе приводит к увеличению рисков проекта.

5. *Роспуск.* Для временных рабочих групп данная стадия является последней в их развитии. Однако для проектных команд есть еще и предварительная стадия завершения работы. На этой стадии команда готовится к роспуску. Эффективная работа более не является приоритетом. Вместо этого внимание направлено на «упаковывание» проекта. Реакция на эту часть работы может быть самой разной у разных членов команды. Некоторые могут переживать из-за потери атмосферы товарищества, существовавшей во время работы над проектом.

Существует еще один аспект развития проектной команды, связанный с повышением квалификации членов команды проекта. Например, сотрудники могут быть отправлены на соответствующие

курсы. Также в плане управления проектом может быть выделено время для саморазвития членов проектной команды (чтение специальной литературы, проведение дополнительных экспериментов и т. п.). Включение данных мероприятий в план способствует снижению рисков нарушения сроков проекта, превышения бюджета и низкого качества проектных работ.

**Управление командой проекта** – это контроль эффективности членов команды проекта, обеспечение обратной связи, решение проблем и координация изменений, направленных на повышение эффективности исполнения проекта.

Управление командой проекта усложняется в случаях, если члены команды подотчетны одновременно функциональному руководителю и менеджеру проекта в рамках одной матричной структуры организации. Эффективное управление при двойной подчиненности напрямую влияет на риски проекта. Если до начала проекта не регламентировать взаимодействие участников проектной команды, работающей в матричной структуре, то это существенно увеличивает риски проекта.

Кроме того, на риски проекта оказывает воздействие такой элемент организационной культуры, как толерантность к конфликтам. Чем ниже толерантность к конфликтам, тем больше риски проекта. Это связано с тем, что конфликт – неизбежный спутник проекта. И если конфликты не разрешаются конструктивно, то высока вероятность их перехода на личный уровень, что не способствует эффективному выполнению проектных работ.

### **1.3.3. Коммуникации проекта**

*Управление коммуникациями проекта* – это область знаний, включающая процессы, необходимые для своевременного создания, сбора, распространения, хранения, получения и в конечном итоге использования информации проекта.

Так же как и прочие области знаний, область знаний «Управление коммуникациями» основана на процессном подходе. Процессы управления коммуникациями проекта предусматривают созда-

ние необходимых связей между людьми и информацией, которые требуются для успешного осуществления коммуникаций.

Область знаний «Управление коммуникациями» включает следующие процессы: 1) определение участников проекта; 2) планирование коммуникаций; 3) распространение информации; 4) управление ожиданиями участников; 5) отчетность по исполнению.

О п р е д е л е н и е у ч а с т н и к о в п р о е к т а – это процесс идентификации всех лиц или организаций, влияющих на проект, а также документирование информации об участниках в соответствии с их интересами и степенью влияния на успех проекта.

Одна из серьезнейших ошибок, которую часто допускают руководители проектов, заключается в ограничении числа участников проекта теми лицами, которые попадают под влияние проекта на стадии его планирования и реализации. Таким образом, сужая круг участников проекта, мы способствуем росту рисков проекта. Одна из причин увеличения рисков за счет неполной идентификации участников проекта – неполный перечень требований участников.

П л а н и р о в а н и е к о м м у н и к а ц и й – это процесс определения необходимой информации, потребителей информации, времени получения информации и способа обмена информацией.

Результатом процесса планирования коммуникаций является план управления коммуникациями, который включает:

- требования к коммуникациям со стороны участников проекта;
- сведения о передаваемой информации, в том числе формат, содержание и уровень детализации;
- причины распространения информации;
- имя сотрудника, ответственного за передачу информации;
- имя сотрудника или группы – получателей данной информации;
- методы или технологии, используемые для передачи информации (например, служебная записка, электронная почта и/или пресс-релизы);
- сведения о частоте коммуникации (например, еженедельно);

- схему передачи по инстанциям, определяющую сроки и порядок передачи на вышестоящие уровни (цепочка) проблем, которые не могут быть решены персоналом на низшем уровне;
- метод обновления и уточнения плана управления коммуникациями по мере продвижения и развития проекта;
- схемы процессов, описывающие информационные потоки проекта, процедуры утверждения документов, список отчетности, план проведения совещаний и т. д.;
- глоссарий общепринятой терминологии.

**Распространение информации.** Под распространением информации подразумевается обеспечение своевременного доступа участников проекта к нужной им информации. Распространение информации также включает в себя исполнение плана управления коммуникациями и реагирование на неожиданные запросы информации. Результатом процесса «Распространение информации» являются различная проектная документация, а также изменения в ней. Кроме того, в качестве результатов могут выступать различные уведомления, отчеты, презентации и т. п.

**Управление ожиданиями участников** – это процесс коммуникации и взаимодействия с участниками проекта с целью выявления их потребностей.

Активное управление ожиданиями участников проекта повышает вероятность того, что не произойдет сбой исполнения проекта из-за нерешенных проблем с участниками, способствует укреплению слаженности работы сотрудников, а также снижает вероятность нарушения нормального хода исполнения проекта. Обычно управление ожиданиями участников проекта входит в обязанности руководителя проекта. Неэффективное выполнение этого процесса увеличивает проектные риски.

**Отчетность по исполнению** включает сбор и распространение информации о ходе проекта с целью предоставления участникам проекта достоверной информации о выполненных работах и потраченных ресурсах. Отчеты об исполнении могут представлять собой отдельные отчеты от исполнителей работ. Руководитель проекта по результатам анализа отчетов исполни-

телей формирует сводные отчеты для спонсора проекта. Шаблоны, форматы, порядок формирования отчетов должны быть определены на этапе планирования.

#### **1.3.4. Управление поставками (взаимодействие с бизнес-партнерами)**

Управление поставками (взаимодействие с бизнес-партнерами) включает процессы покупки или приобретения тех необходимых продуктов, услуг или результатов, которые производятся вне исполняющей организации.

Управление поставками проекта включает процессы: 1) планирования поставок; 2) организации проведения поставок; 3) администрирования поставок; 4) закрытия поставок.

**П л а н и р о в а н и е п о с т а в о к.** В процессе планирования поставок определяется, какие потребности проекта можно удовлетворить путем закупок товаров, услуг или результатов у сторонних по отношению к проекту организаций, а какие нужды проекта можно удовлетворить силами команды проекта в процессе выполнения проекта. Таким образом, на данном этапе принимается решение: производить самим или покупать. Результатом данного процесса является план управления поставками, в котором оговариваются типы используемых договоров, критерии оценки поставщиков, вопросы координации поставок и пр. Отсутствие планирования поставок увеличивает риски проекта.

**О р г а н и з а ц и я п р о в е д е н и я п о с т а в о к.** В процессе организации проведения поставок происходит получение предложений от продавцов, выбор продавца и заключение контрактов.

**А д м и н и с т р и р о в а н и е п о с т а в о к** – это процесс проверки того, что выполнение обязательств поставщиком соответствует контрактным требованиям.

**З а к р ы т и е п о с т а в о к** – процесс завершения всех поставок проекта путем подтверждения, что все работы и результаты по контракту приняты.

## 1.4. Цикл управления рисками проектов

Цикл управления рисками включает следующие процессы (рис. 1.10):

- 1) планирование управления рисками;
- 2) идентификацию рисков;
- 3) качественный анализ рисков;
- 4) количественный анализ рисков;
- 5) планирование реагирования на риски;
- 6) мониторинг и управление рисками.

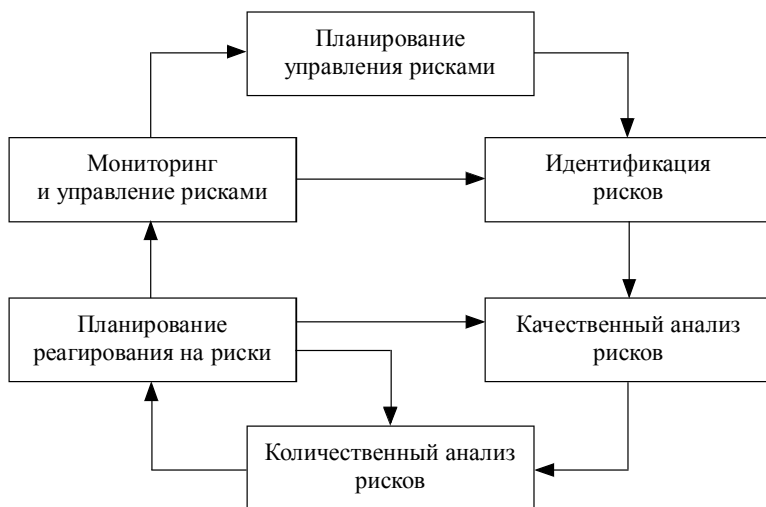


Рис. 1.10. Процессы управления рисками

Чем продолжительнее проект, тем труднее разработать его план и тем больше внимания нужно уделять рискам.

Процесс «Идентификация рисков» – это поиск рисков. В результате выполнения данного процесса необходимо найти ответы на вопрос: «Что у нас может пойти не так?» (для негативных рисков). Отвечая на вопрос «Что у нас может пойти не по плану?», мы можем найти и позитивные риски.

Всем множеством рисков управлять невозможно. Поэтому основное предназначение качественного анализа рисков – группировка рисков, расстановка приоритетов.

Идентификация и оценка рисков осуществляются для разработки плана реагирования на риски. Рекомендуется одновременно управлять не более чем 10 рисками.

Процесс «Мониторинг и управление рисками» направлен на оценку ситуации в части управления рисками проекта, анализ отклонений, управление изменениями.

#### **1.4.1. Процесс «Планирование управления рисками»**

К планированию управления рисками следует относиться так же серьезно, как к планированию стоимости и сроков проекта. Качественное планирование повышает вероятность получения положительных результатов не только остальных процессов управления рисками, но и всего проекта в целом.

*Планирование управления рисками* – это процесс определения подходов и планирования операций по управлению рисками проекта.

Для разработки плана управления рисками необходимы такие документы, как описание содержания проекта, план управления стоимостью проекта, план управления расписанием проекта, план управления коммуникациями проекта, факторы внешней среды предприятия и активы организационного процесса.

В качестве инструментов и методов планирования управлением рисками в основном применяются совещания по планированию и анализу. Команда проекта проводит совещания для разработки плана управления рисками, в которых могут принимать участие руководитель проекта, отдельные члены команды проекта и участники проекта, представители организации, отвечающие за операции по планированию рисков и реагированию на них.

На совещаниях составляются базовые планы по проведению операций управления рисками. Также разрабатываются элементы стоимости рисков и плановые операции, которые включаются соответ-

ственно в бюджет проекта и расписание. Утверждается распределение ответственности в случае наступления риска. Имеющиеся в организации общие шаблоны, касающиеся категорий рисков и определения терминов (например, уровни рисков, вероятность возникновения рисков по типам, последствия рисков для целей проекта по типам целей, а также матрица вероятности и последствий), приспособаются для каждого конкретного проекта с учетом его специфики. Результаты (выходы) этих операций сводятся в план управления рисками.

План управления рисками включает следующие аспекты.

*Методология.* Определение подходов, инструментов и источников данных, которые могут использоваться для управления рисками в данном проекте.

*Распределение ролей и ответственности.* Список мероприятий по управлению рисками в зависимости от каждого вида операций, назначение сотрудников на выполнение этих мероприятий и разъяснение их ответственности.

*Разработка бюджета.* Выделение ресурсов и оценка стоимости мероприятий, необходимых для управления рисками. Эти данные включаются в базовый план по стоимости проекта.

*Сроки.* Определение сроков и частоты выполнения процесса управления рисками на протяжении всего жизненного цикла проекта, а также определение операций по управлению рисками, которые необходимо включить в расписание проекта.

*Категории рисков.* Структура, на основании которой производится систематическая и всесторонняя идентификация рисков с нужной степенью детализации; такая структура способствует повышению эффективности и качества идентификации рисков. Организация может использовать разработанную ранее классификацию типичных рисков, например, ту, которая была сформирована в ходе предпроектного анализа при определении Устава проекта (профиль неопределенности проекта). Также может быть разработана иерархическая структура рисков (*Risk Breakdown Structure, RBS*).

*Определение вероятности возникновения рисков и их последствий.* Достоверный качественный анализ рисков предполагает,



что определены различные уровни вероятностей возникновения рисков и их воздействия. Общие определения уровней вероятности и уровней воздействия разрабатываются на этапе планирования управления рисками и используются затем в процессе качественного анализа рисков. Можно использовать относительную шкалу, на которой вероятность обозначена описательно, со значениями от «крайне маловероятно» до «почти навверное». Можно также использовать общую шкалу, на которой вероятности соответствует цифровое значение, например: 0,1–0,3–0,5–0,7–0,9. Другой способ градуирования вероятности предполагает создание описаний состояния проекта, соответствующего рассматриваемому риску (например, степень завершения проектирования продукта).

*Матрица вероятностей и последствий* (табл. 1.1). Расстановка рисков по приоритету соответствует потенциальной степени значимости их последствий для достижения целей проекта. Типичным способом расположения рисков по приоритету является использование матрицы вероятности и последствий. Обычно организация сама устанавливает сочетания вероятности и воздействия, на основании которых степень риска определяется как *высокая*, *средняя* или *низкая*, что, в свою очередь, определяет значимость для планирования реагирования на данный риск. Эти сочетания в процессе планирования управления рисками могут пересматриваться и адаптироваться к конкретному проекту.

Т а б л и ц а 1.1

**Матрица вероятностей и последствий**

Вероятность	Риски					Возможности				
0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
Последствия	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80	0,80	0,40	0,20	0,10	0,05

Классификация на высокую, среднюю и низкую степень риска осуществляется, исходя из толерантности проектной команды к рискам.

*Формы отчетности.* Дают описание содержания и формата реестра рисков, а также любых других требуемых отчетов по рискам. Содержат определение, каким образом производятся документирование, анализ и обмен информацией о результатах процесса управления рисками.

#### **1.4.2. Процесс «Идентификация рисков»**

Идентификация рисков предусматривает определение рисков, способных повлиять на проект, и документальное оформление их характеристик. При необходимости в операциях по идентификации рисков могут принимать участие руководитель проекта, члены команды проекта, команда управления рисками (если таковая создана), эксперты в определенных областях, не входящие в команду проекта, заказчики, конечные пользователи, другие руководители проектов, участники проекта и эксперты по вопросам управления рисками. Хотя главная роль в идентификации рисков принадлежит этим специалистам, следует поощрять участие в данном процессе всего персонала.

*Идентификация рисков* – итеративный процесс, поскольку по мере развития проекта в рамках его жизненного цикла могут обнаруживаться новые риски. Частота итерации и состав участников выполнения каждого цикла в каждом случае могут быть разными. В этом процессе должны принимать участие члены команды проекта с тем, чтобы у них вырабатывалось чувство «собственности» и ответственности за риски, а также за действия по реагированию на них. Участники проекта, не входящие в команду проекта, могут предоставлять дополнительную объективную информацию.

Как правило, за процессом идентификации рисков следует процесс качественного анализа рисков. Но иногда, особенно если идентификация рисков осуществляется под управлением опытного менеджера по рискам, непосредственно за идентификацией может

следовать количественный анализ рисков. В некоторых случаях уже сама идентификация риска может определять меры реагирования, которые должны фиксироваться для дальнейшего анализа и осуществления в ходе процесса планирования реагирования на риски.

Для идентификации рисков необходимы следующие документы и информация:

1) *устав проекта* – приложение к уставу «Профиль неопределенности проекта»;

2) *план управления рисками*. Ключевыми входами для процесса идентификации рисков из плана управления рисками являются схема распределения ролей и ответственности, резерв на операции по управлению рисками в бюджете и в расписании, а также категории рисков;

3) *оценка длительности операций*. Продолжительность выполнения операции и особенно ширина диапазона необходимых трудозатрат связаны со степенью риска. Чем шире примерный диапазон, т. е. чем меньше точность, с которой указана продолжительность операции, тем больше степень риска;

4) *оценка стоимости операций*. Чем больше ширина разброса данных в определении стоимости операций, тем выше степень риска;

5) *базовый план по содержанию*. Допущения проекта приводятся в описании содержания проекта. Неопределенность в допущениях проекта следует рассматривать в качестве потенциального источника возникновения рисков проекта;

6) *реестр участников проекта*. В нем указывается не только перечень лиц, но также осуществляется их классификация. Поэтому на основании этого списка мы можем определить, какие участники увеличивают риск проекта, а какие увеличивают возможности;

7) *план управления стоимостью*. Наличие или отсутствие данного плана, а также его содержание и структура тоже могут быть источником риска;

8) *план управления расписанием*. Наличие или отсутствие данного плана, а также его содержание и структура тоже могут быть источником риска;

9) *план управления качеством*. Наличие или отсутствие данного плана, а также его содержание и структура тоже могут быть источником риска;

10) *другие документы проекта*. Различная проектная документация также может способствовать идентификации рисков. К ней можно отнести различные отчеты о выполненных работах, журнал проблем, отчетность по выполненному объему и т. д.;

11) *факторы внешней среды предприятия*. Информация из открытых источников, в том числе коммерческие базы данных, научные работы, бенчмаркинг и другие исследовательские работы в области управления рисками;

12) *активы организационного процесса*. Информация о выполнении прежних проектов.

Анализ документации заключается в просмотре материалов проекта, разработанных до проведения данного анализа. Анализируются качество планов, их согласованность, соответствие требованиям заказчика, допущения проекта, базовые планы по содержанию, срокам, стоимости – все, что может служить показателями вероятности возникновения риска в проекте.

При анализе документации могут быть использованы следующие методы сбора и обработки информации.

*Мозговой штурм*. Целью мозгового штурма является создание подробного списка рисков проекта. Список рисков разрабатывается на собрании, в котором принимают участие 10–15 человек – члены команды проекта, часто совместно с экспертами из разных областей, не являющихся членами команды. Участники собрания называют риски, которые считают важными для проекта, при этом не допускается обсуждение выдвинутых рисков. Далее риски сортируют по категориям и уточняют.

*Метод Дельфи*. Аналогичен методу мозгового штурма, но его участники не знают друг друга. Ведущий с помощью списка вопросов для получения идей, касающихся рисков проекта, собирает ответы экспертов. Далее ответы экспертов анализируются, распределяются по категориям и возвращаются экспертам для дальнейших комментариев. Консенсус и список рисков получается через не-

сколько циклов этого процесса. В методе Дельфи исключаются давление со стороны коллег и боязнь неловкого положения при высказывании идеи.

*Метод номинальных групп.* Позволяет идентифицировать и расположить риски в порядке их важности. Данный метод предполагает формирование группы из 7–10 экспертов. Каждый участник индивидуально и без обсуждений перечисляет видимые им риски проекта. Далее происходит совместное обсуждение всех выделенных рисков и повторное индивидуальное составление списка рисков в порядке их важности.

*Карточки Кроуфорда.* Обычно собирается группа из 7–10 экспертов. Ведущий раздает всем участникам 10 карточек (можно обычные листы бумаги) и задает вопрос: «Какой из рисков является наиболее важным для проекта?». Участники записывают его на одной из карточек. Далее задается этот же самый вопрос. Но необходимо указать уже другой риск. В результате получается 70–100 карточек, в которых указаны риски проекта.

*Опросы экспертов с большим опытом работы над проектами.*

*Идентификация основной причины.* Цель этого процесса – выявить наиболее существенные причины возникновения рисков проекта и сгруппировать риски по причинам, их вызывающим.

*Анализ сильных и слабых сторон, возможностей и угроз (анализ SWOT).* Цель проведения анализа – оценить потенциал и окружение проекта. Потенциал проекта, выраженный в виде его сильных и слабых сторон, позволяет оценить разрывы между содержанием проекта и возможностями его выполнения. Оценка окружения проекта показывает, какие благоприятные возможности предоставляет и какими опасностями угрожает внешняя среда.

*Анализ контрольных списков.* Контрольные списки представляют собой перечни рисков, составленные на основе информации и знаний, которые были накоплены в ходе исполнения прежних аналогичных проектов.

*Метод аналогии.* Для идентификации рисков этот метод использует накопленные знания и планы по управлению рисками других аналогичных проектов.

*Методы с использованием диаграмм.* К методам отображения рисков в виде диаграмм относятся диаграммы причинно-следственных связей и блок-схемы процессов, которые позволяют проследить последовательность событий, происходящих в данном процессе.

*Анализ допущений.* Каждый проект задумывается и разрабатывается на основании ряда гипотез, сценариев и допущений. Анализ допущений представляет собой инструмент оценки обоснованности допущений по мере их применения в проекте. Данный анализ идентифицирует риски проекта, происходящие от неточности, несовместимости или неполноты допущений.

Результатом процесса идентификации рисков является *реестр рисков*, содержащий:

- список идентифицированных рисков. В этом списке содержатся перечень и описания идентифицированных рисков, включая основные причины их возникновения и неопределенные допущения проекта. Практически любой аспект проекта может быть подвержен определенным рискам. Например, в плане управления проектом предусмотрен штатный состав из десяти исполнителей, а доступные ресурсы насчитывают только шесть. Недостаток ресурсов может привести к увеличению периода времени, необходимого для завершения работ, и к задержке выполнения плановых операций;

- список потенциальных действий по реагированию. Потенциальные реагирования на риски могут быть определены в процессе идентификации рисков. Эти действия, в случае когда они определены, могут быть полезны в качестве входов процесса планирования реагирования на риски;

- основные причины возникновения риска. Такие причины представляют собой основополагающие условия или события, понимание которых может служить ключом к идентификации того или иного риска;

- уточнение категорий рисков. В процессе идентификации список категорий рисков может пополняться новыми категориями, что может привести к расширению иерархической структуры рисков, разработанной в процессе планирования управления рисками.

### 1.4.3. Процесс «Качественный анализ рисков»

*Качественный анализ рисков* включает расстановку приоритетов для идентифицированных рисков, результаты которой используются впоследствии, например в ходе количественного анализа рисков или планирования реагирования на риски. Организации могут существенно повысить эффективность исполнения проекта, сосредоточив усилия на рисках, обладающих наивысшим приоритетом. При качественном анализе рисков приоритеты идентифицированных рисков определяются на основании вероятности их возникновения, а также их влияния на достижение целей проекта в случае возникновения этих рисков. Кроме того, должны быть учтены такие факторы, как временные рамки и толерантность к риску, которая заложена в ограничениях проекта по стоимости, расписанию, содержанию и качеству.

Качественный анализ рисков – это обычно быстрый и недорогой способ установки приоритетов в процессе планирования реагирования на риски, при необходимости служит основой для проведения количественного анализа рисков. Качественный анализ рисков подлежит уточнению на протяжении всего жизненного цикла проекта и должен отражать все изменения, относящиеся к рискам проекта.

Для проведения качественного анализа рисков необходимы выходы процессов планирования управления рисками и идентификации рисков. По окончании качественного анализа рисков можно переходить к количественному анализу рисков или непосредственно к планированию реагирования на риски.

*Реестр рисков.* Ключевым элементом в реестре рисков для проведения качественного анализа рисков является список идентифицированных рисков.

*План управления рисками.* Для качественного анализа рисков существенны следующие элементы плана управления рисками: 1) распределение ролей и ответственности в управлении рисками, бюджетом и плановыми операциями по управлению рисками; 2) категории рисков; 3) определение вероятности возникновения

и возможных последствий; 4) матрица вероятности и последствий; 5) уточненная толерантность к риску участников проекта; 6) факторы внешней среды предприятия.

*Описание содержания проекта.* Для проектов, основанных на последних достижениях технологии или впервые использующих какую-либо технологию, а также для очень сложных проектов характерна высокая степень неопределенности. Степень неопределенности можно оценить при изучении описания содержания проекта.

*Активы организационного процесса.* В процессе качественного анализа рисков могут использоваться данные о рисках в предыдущих проектах и база накопленных знаний.

Для выполнения процесса «Качественный анализ рисков» применяются следующие технологии и инструменты:

1. *Определение вероятности и степени влияния рисков.* Вероятность и воздействие оцениваются для каждого идентифицированного риска. При оценке воздействия риска определяется потенциальный эффект, который он может оказать на цель проекта (например, время, стоимость, содержание или качество). Оценка рисков, как правило, производится на основании результатов опросов или совместных совещаний со специалистами в области рисков. Привлечение экспертов для определения вероятности и степени влияния рисков является необходимостью, поскольку может оказаться, что информации о рисках, находящейся в базах данных организаций и относящейся к прошлым проектам, недостаточно. На основании результатов опросов или встреч производится определение степени вероятности возникновения и воздействия каждого риска на цели проекта. Фиксируется также пояснительная информация, включая допущения, использованные для определения уровней рисков. Вероятность возникновения и воздействия рисков ранжируется в соответствии с определениями, представленными в плане управления проектом.

2. *Матрица вероятности и степени влияния.* Расстановка приоритетов рискам для последующего количественного анализа и реагирования осуществляется на основании рейтинга рисков. При-



своение риску определенного места происходит на основе оценок вероятностей их возникновения и последствий. Оценка важности рисков и, следовательно, приоритетности для обработки обычно осуществляется при помощи таблицы соответствия или матрицы вероятности и последствий (табл. 1.1). Такая матрица содержит комбинации вероятности и воздействия, при помощи которых рискам присваивается определенный ранг: низкий, средний или высший приоритет. В зависимости от предпочтений организации матрица может содержать описательные термины или цифровые обозначения. Организация должна определить, какие комбинации вероятности и воздействия соответствуют высокому риску («красная зона»), среднему риску («желтая зона») или малому риску («зеленая зона»). Обычно эти правила по определению рейтинга рисков устанавливаются в организации до начала проекта и включаются в активы организационного процесса. Для данных целей также часто используется матрица вероятности и последствий.

Организация может определять ранг каждого риска отдельно для каждой цели (например, для стоимости, времени или содержания). Кроме того, организация может устанавливать способы определения общего рейтинга для каждого риска. И наконец, управление рисками и благоприятными возможностями может осуществляться при помощи той же матрицы и определений различных уровней последствий. Ранг риска помогает управлять реагированием на риски. Например, для рисков, оказывающих в случае возникновения негативное воздействие на цели проекта (угрозы), а потому расположенных в зоне высокого риска (темно-серого цвета) матрицы, необходимы предупредительные операции и агрессивная стратегия реагирования. Для угроз, расположенных в зоне низкого риска (средний по интенсивности серый цвет), осуществление предупредительных операций может не потребоваться. Достаточно того, что они помещены в список для наблюдения или добавлены в резерв непредвиденных обстоятельств. То же самое касается и благоприятных возможностей: тем, которые можно получить легче всего и обещают наибольшую выгоду (они находятся в зоне вы-

сокого риска – темно-серого цвета), должен быть присвоен наибольший приоритет. За благоприятными возможностями, находящимися в зоне низких возможностей (средний по интенсивности серый цвет), следует установить наблюдение.

3. *Оценка качества данных риска.* Для того чтобы результаты качественного анализа рисков были надежны, необходимы точные и непредвзятые данные. Анализ качества данных риска представляет собой технологию оценки полезности данных о рисках для управления проектом. Анализ включает в себя изучение глубины понимания риска, а также точности, качества, надежности и целостности данных о риске. Использование низкого качества данных о риске может привести к тому, что результаты качественного анализа рисков окажутся малопригодными для использования в проекте. При отсутствии качественных данных, возможно, потребуются сбор новых, более высоких по качеству данных. Часто сбор информации о рисках вызывает немало трудностей и требует большего по количеству времени и ресурсов, нежели предусмотрено первоначальным планом.

4. *Классификация рисков.* Для определения областей проекта, наиболее уязвимых для неопределенности, риски проекта можно классифицировать по источнику риска (например, с помощью иерархической структуры рисков), по области проекта, которую затрагивает риск (например, с помощью иерархической структуры работ), или по какому-либо иному критерию (например, по фазе проекта). Эффективную систему реагирования на риски можно разработать на основе группировки рисков по их главным причинам, т. е. на основании классификации рисков.

5. *Оценка срочности реагирования на риски.* Риски, требующие немедленного реагирования, могут рассматриваться как наиболее срочные для принятия ответных мер. Показателями приоритетности могут являться время реагирования на риск, симптомы и признаки риска, а также ранг риска.

6. *Экспертная оценка.* Используется во всех вышеперечисленных методах.

Результатами выполнения процесса «Качественный анализ рисков» являются:

- *реестр рисков (обновления)*. Его создание начинается в процессе идентификации рисков. Обновление реестра рисков происходит на основе информации, получаемой от качественного анализа рисков, а затем обновленный реестр рисков включается в план управления проектом. Обновления реестра рисков на основе информации, получаемой от качественного анализа рисков, включают в себя:

- *относительное ранжирование или список приоритетов рисков проекта*. Для классификации рисков в соответствии с их индивидуальной значимостью может использоваться матрица вероятности и последствий. Затем руководитель проекта может использовать список рисков, расставленных по приоритетности, чтобы сосредоточить особое внимание на тех из них, которые имеют высокую значимость для проекта, а реагирование на риски может дать наилучший результат. Риски могут быть расставлены по приоритетности отдельно для стоимости, времени, содержания и качества, поскольку организации могут по-разному оценивать значимость одних целей проекта по отношению к другим. Описание основы для оценки вероятности и воздействия должно быть включено в перечень оцененных рисков, поскольку это важно для проекта;

- *группирование рисков по категориям*. Оно может выявить общие для них основные причины или те области проекта, на которые следует обратить особое внимание. Выявление концентрации рисков позволяет повысить эффективность реагирования на риски;

- *список рисков, требующих немедленного реагирования*. Риски, требующие немедленного реагирования, и риски, реагирование на которые можно выполнить позже, могут быть помещены в разные группы;

- *список рисков для дополнительного анализа и реагирования*. Некоторые риски могут потребовать дополнительного рассмотрения (включая количественный анализ рисков), а также дополнительных ответных действий;

– *список рисков с низким приоритетом, нуждающихся в наблюдении*. Риски, которые в результате качественного анализа рисков не получили высокого приоритета, могут быть помещены в список для дальнейшего постоянного за ними наблюдения;

– *тренды результатов качественного анализа рисков*. По мере выполнения повторных анализов могут проясниться тренды определенных рисков, что может служить основанием для определения срочности реагирования на эти риски или необходимости дополнительного рассмотрения.

#### **1.4.4. Процесс «Количественный анализ рисков»**

*Количественный анализ рисков* – это количественный анализ потенциального воздействия идентифицированных рисков на общие цели проекта.

Количественный анализ проводится в отношении тех рисков, которые в процессе качественного анализа рисков были квалифицированы как потенциально или существенным образом влияющие на проект. В процессе количественного анализа рисков оценивается эффект от таких рисковых событий и таким рискам присваивается цифровой рейтинг. Данный анализ также представляет количественный подход к принятию решений в условиях неопределенности. В ходе этого процесса могут быть использованы такие методы, как анализ чувствительности, сценарный анализ, моделирование Монте-Карло и другие, которые будут подробно рассмотрены в следующей главе.

Количественный анализ рисков обычно выполняется после качественного анализа рисков, хотя опытные руководители проектов иногда проводят количественный анализ сразу после идентификации рисков. В некоторых случаях для разработки эффективных ответных мер реагирования на риски проведения количественного анализа рисков не требуется.

Выбор метода анализа в каждом конкретном проекте определяется наличием времени и бюджетом, а также потребностью в качественной или количественной констатации рисков и их последствий.

Для выполнения процесса «Количественный анализ рисков» необходимы следующие документы и информация:

- *реестр рисков*. Ключевыми элементами реестра рисков для количественного анализа рисков являются список идентифицированных рисков, относительное ранжирование или список приоритетов рисков проекта, а также риски, сгруппированные по категориям;

- *документ, определяющий содержание проекта*;

- *план управления рисками*. Для количественного анализа рисков существенны следующие элементы плана управления рисками: 1) распределение ролей и ответственности в управлении рисками, бюджетом и плановыми операциями по управлению рисками; 2) категории рисков; 3) иерархическая структура ресурсов и 4) уточненная толерантность к риску участников проекта;

- *план управления стоимостью*;

- *план управления расписанием*;

- *активы организационного процесса*. Информация о предыдущих проектах, схожих с текущим проектом; результаты изучения схожих проектов специалистами по рискам и базы данных рисков, которые могут быть доступны из промышленных или частных источников.

Результатами выполнения процесса «Количественный анализ рисков» являются:

- *реестр рисков (обновления)*. Формирование реестра рисков зарождается еще на этапе разработки устава проекта (ПНП). Как таковой реестр рисков начинает формироваться в процессе идентификации рисков, а в процессе качественного анализа рисков происходит его обновление. Дальнейшее обновление реестра рисков происходит во время количественного анализа рисков. Реестр рисков является компонентом плана управления проектами. Обновлению подлежат следующие основные элементы:

- *вероятностный анализ проекта*. В процессе вероятностного анализа проекта производится оценка потенциальных вариантов расписания проекта и стоимости, составляется перечень контрольных дат завершения и стоимости, а также данной информации присваиваются соответствующие уровни

конфиденциальности. Этот выход, обычно выражаемый в виде распределения кумулятивных вероятностей, используется вместе с толерантностью к риску участников проекта для количественной оценки стоимостной и временной составляющих резерва на непредвиденные обстоятельства. Такие резервы на непредвиденные обстоятельства необходимы для сведения до приемлемого для организации уровня риска перерасхода по отношению к заявленным целям проекта;

– *вероятность достижения целей по стоимости и времени*. Когда проект сталкивается с рисками, при помощи результатов количественного анализа рисков можно оценить вероятность достижения целей проекта на фоне текущих плановых показателей. Например, на кумулятивной диаграмме вероятность достижения стоимостной оценки в 41 млн долл. равна примерно 12 %;

– *список приоритетных оцененных рисков/возможностей*.

В этот список включены риски, которые представляют наибольшую угрозу или наилучшие благоприятные возможности проекту. Среди них имеются риски, которые требуют максимальных средств на непредвиденные обстоятельства, и те, которые обладают наибольшей степенью вероятности оказать влияние на критический путь;

– *тренды результатов количественного анализа рисков*. По мере проведения повторных анализов тренды могут становиться все более очевидными, а это может способствовать принятию решений, влияющих на реагирование на риски.

#### **1.4.5. Процесс «Планирование реагирования на риски»**

Планирование реагирования на риски и возможности – это процесс разработки путей и определения действий по увеличению возможностей и снижению угроз для целей проекта.

Данный процесс начинается после проведения качественного и количественного анализа рисков. Он включает в себя определение и назначение одного или нескольких ответственных лиц («от-

ветственных за реагирование на риски»), в обязанности которых входит реагирование на каждый согласованный и подкрепленный бюджетом риск. В планировании реагирования на риски рассматриваются риски согласно их приоритетам; при необходимости новые ресурсы и операции добавляются в планы управления стоимостью, расписанием и проектом.

Запланированные операции по реагированию на риски должны соответствовать серьезности риска, быть экономически эффективными в решении проблемы, своевременными, реалистичными в контексте проекта и согласованными со всеми участниками, а выполнение мероприятий должно быть возложено на ответственное лицо. Часто требуется выбор наилучшего способа реагирования на риски из нескольких возможных вариантов.

Возможные стратегии реагирования на риски и угрозы:

– *уклонение*. Уклонение от риска предполагает изменение плана управления проектом таким образом, чтобы исключить угрозу, вызванную негативным риском, оградить цели проекта от последствий риска или ослабить цели, находящиеся под угрозой (например, расширить рамки расписания или уменьшить содержание проекта). Некоторых рисков, возникающих на ранних стадиях проекта, можно избежать при помощи уточнения требований, получения информации, улучшения коммуникации;

– *передача*. Передача риска подразумевает переложение негативных последствий угрозы с ответственностью за реагирование на риск на третью сторону. Передача риска просто переносит ответственность за его управление другой стороне, риск при этом не устраняется. Передача ответственности за риск является наиболее эффективной в отношении финансовых рисков. Передача риска практически всегда предполагает выплату премии за риск стороне, принимающей на себя риск. Инструменты передачи рисков многочисленны и разнообразны; они включают в себя, в частности, использование страховки, гарантии выполнения контракта, гарантийные обязательства и т. д. Условия передачи ответственности за определенные риски третьей стороне могут определяться в конт-

ракте. Во многих случаях в контракте с оплатой фактических издержек затраты на риски могут перекладываться на покупателя, а в контракте с фиксированной ценой риск может перекладываться на продавца, если разработка проекта уже находится в стабильном состоянии;

– *снижение*. Снижение рисков предполагает понижение вероятности и/или последствий негативного рискованного события до приемлемых пределов. Принятие предупредительных мер по снижению вероятности наступления риска или его последствий часто оказывается более эффективным, нежели усилия по устранению негативных последствий, предпринимаемые после наступления события риска. В качестве примеров мероприятий по снижению рисков можно привести внедрение менее сложных процессов, проведение большего количества испытаний или выбор поставщика, поставки которого носят более стабильный характер. Для снижения рисков может потребоваться разработка прототипа, на основе которого производится пропорциональное увеличение вероятности риска от стендовой модели до процесса или продукта. Если невозможно снизить вероятность, ослабление риска должно быть направлено на последствия риска, а именно на те связи, которые определяют их серьезность. Например, разработка дублирующей подсистемы может сократить последствия отказа основной системы.

Стратегия реагирования на позитивные риски:

– *использование*. Эта стратегия может быть выбрана для реагирования на риски с позитивным воздействием, если необходимо, чтобы данная благоприятная возможность гарантированно была бы реализована. Данная стратегия предназначена для устранения всех неопределенностей, связанных с риском верхнего уровня, при помощи мер, обеспечивающих появление данной благоприятной возможности в различных формах. К числу мер прямого реагирования на данную возможность относятся привлечение к участию в проекте более талантливого персонала с тем, чтобы сократить время, необходимое для его завершения, либо обеспечение более высокого качества, нежели было предусмотрено первоначальным планом;



– *совместное использование*. Совместное использование позитивных рисков предусматривает передачу ответственности третьей стороне, способной наилучшим образом воспользоваться предоставившейся благоприятной возможностью в интересах проекта. К числу мероприятий с совместным использованием благоприятных возможностей относятся: а) образование партнерств с совместной ответственностью за риски, команд; б) образование специализированных компаний или совместных предприятий, созданных специально для управления благоприятными возможностями;

– *усиление*. При применении этой стратегии изменяется размер благоприятной возможности путем повышения вероятности возникновения и/или положительного воздействия, а также путем выявления и максимизации основных источников этих позитивных рисков. Для повышения данной вероятности можно попытаться облегчить или укрепить причину, вызывающую благоприятную возможность, и целенаправленно усилить условия ее появления. Можно также повлиять на источники воздействия, стараясь повысить чувствительность проекта к этой благоприятной возможности.

*Общая стратегия принятия риска* – стратегия, при которой риск принимается. Команда проекта не пытается повлиять на риск. Часто применяется для ситуаций, возможности воздействия на которые ограничены и влияние риска несущественно.

*Стратегия реагирования на непредвиденные обстоятельства*. Некоторые способы реагирования предназначены для использования только в случае возникновения определенных событий. Применительно к некоторым рискам команда проекта может задействовать план реагирования на риски, который может быть введен в действие только при заранее определенных условиях – если есть уверенность и достаточное количество признаков того, что данный план будет успешно выполнен. Необходимо определить и отслеживать события, которые приводят в действие механизм реагирования на непредвиденные обстоятельства, например отсутствие промежуточных контрольных событий или присвоение определенному поставщику высокого уровня приоритетности.

## **Контрольные вопросы и задачи**

1. Дайте определение проекта.
2. В чем заключается отличие проектной деятельности от текущей оперативной работы?
3. Что такое «тройное ограничение проекта»?
4. Дайте определение риска проекта.
5. Укажите основные параметры рисков проекта.
6. Как влияет процесс определения требований проекта на риски проекта?
7. В чем заключается суть управления содержанием проекта?
8. Как влияет процесс управления содержанием проекта на риски проекта?
9. Как влияют процессы управления сроками проекта на риски проекта?
10. Как влияют процессы управления стоимостью проекта на риски проекта?
11. Дайте характеристику метода освоенного объема.
12. За счет чего использование метода освоенного объема позволяет снизить риски проекта?
13. Охарактеризуйте основные проблемы формирования бюджета проекта.
14. Опишите процессы управления качеством проекта в контексте риск-менеджмента.
15. Как идентификация участников проекта влияет на риски проекта?
16. Как коммуникации проекта влияют на риск проекта?
17. В чем суть процессов управления поставками проекта? Как они влияют на риски проекта?
18. Дайте характеристику процессов управления рисками проекта.
19. Охарактеризуйте процесс идентификации рисков проекта.
20. Опишите основные особенности качественного анализа рисков проекта.
21. В чем суть качественного анализа рисков проекта?
22. Опишите процесс планирования реагирования на риски.

З а д а ч а 1.1. Как можно охарактеризовать состояние проекта продолжительностью 24 месяца и стоимостью 500 тыс. руб., если на отчетную дату показатель *CPI* равен 1,7, а *SPI* – 0,9? Какие прогнозы можно сделать исходя из имеющихся данных? Зная, что процент завершенности проектных работ составил 45 %, определите фактические затраты и освоенный объем.

З а д а ч а 1.2. По итогам 3-месячной работы над проектом (планируемый срок выполнения проекта 12 месяцев) были определены следующие данные. Прогнозная стоимость проекта составила 450 тыс. руб. При этом отклонение по завершении – 32 тыс. руб. Освоенный объем составил 100 тыс. руб., плановый – 110 тыс. руб. Определите прогнозную продолжительность проекта, фактические затраты, отклонение по стоимости, отклонение по срокам, а также индексы выполнения расписания, бюджета и эффективности. Дайте характеристику состояния данного проекта.

## **2. РИСКИ ПРОЕКТА: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ, МЕТОДИКА РАСЧЕТА**

### **2.1. История зарождения и становления риск-менеджмента**

Основной особенностью любого проекта является неопределенность. Общепринятым показателем для измерения неопределенности является риск. Так, например, в работе Ф. Найта «Риск, неопределенность и прибыль»<sup>4</sup> впервые была высказана мысль о риске как о количественной мере неопределенности. В трудах О. Моргенштейна и Дж. Неймана также были разработаны вопросы теории риска, отражающие взаимосвязь понятий «неопределенность» и «риск»<sup>5</sup>.

В настоящее время среди исследователей в области проектного управления доминирует подход с акцентом на минимизации рисков, поскольку в данном случае под риском понимаются исключительно потери и опасности. Так, например, в фундаментальном академическом труде «Управление риском»<sup>6</sup> сказано, что риск и опасность – синонимы.

Но основная проблема данного подхода заключается в практически полном игнорировании главной цели реализации проектов, связанной с получением дополнительных возможностей. С позиций экономики знаний многие традиционные показатели не способны

---

<sup>4</sup> См.: *Найт Ф. Х.* Риск, неопределенность и прибыль. М. : Дело, 2003.

<sup>5</sup> См.: *Нейман Дж., Моргенштейн О.* Теория игр и экономическое поведение. М. : Наука, 1978.

<sup>6</sup> См.: *Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика.* М. : Наука, 2000.

отражать благоприятные возможности расширения бизнеса и создания в нем новых направлений. Так, Л. Эдвинссон отмечает, что в компании Skandia осознали, что «источником ее роста является энергичный поиск новых рыночных возможностей, а не тупой подсчет размера уже завоеванной доли рынка»<sup>7</sup>. Также Н. И. Ануфриева подчеркивает, что в западной практике умение увидеть и не упустить открывающиеся проблемы – дело не менее важное, чем решение имеющихся проблем<sup>8</sup>.

Итак, в качестве количественной меры неопределенности будем использовать не только риски, но и возможности. Однако перед описанием методики оценки возможностей и рисков требуется проведение уточнения данных понятий.

### 2.1.1. Существующие определения понятия «риск»

С незапамятных времен людям приходилось иметь дело с неопределенностью будущего и рисками. Тем не менее точного и однозначного происхождения понятия «риск» не установлено.

Дж. Г. Беннет (английский математик, дипломат, философ) предполагает, что это слово имеет восточное происхождение и берет свое начало от игры в кости «трик-трак»<sup>9</sup>. Игральная кость на древнем аккадском языке называлась «зар». Это название сохранилось и появилось в арабском и турецком языках с определенным артиклем «аль», затем превратилось в «аззар», что означает просто «игральная кость». Французы заимствовали игру во времена Крестовых походов, научившись ей во время осады одного из сирийских городов, и назвали ее тем словом, которое употребляли сарацины, – «аззар». Так слово «аззар» вошло в романские языки. В английский оно перешло как *hazard* – случай, шанс, возможность, риск, опасность.

---

<sup>7</sup> Эдвинссон Л. Корпоративная долгота: Навигация в экономике, основанной на знаниях : пер. с англ. М. : ИНФРА-М, 2005.

<sup>8</sup> См.: Ануфриева Н. И. Инновации и патологические процессы в организации // ЭКО. 2007. № 10. С. 145–159.

<sup>9</sup> См.: Беннет Дж. Г. Публикации : [сайт]. URL: <http://hpsy.ru/authors/x229.htm> (дата обращения: 01.10.2013).

Также существует точка зрения, что начало употребления понятия «риск» связано с мореплаванием и морским страхованием. Вслед за распространением книгопечатания (примерно с 1500 г.) данный термин находит более широкое распространение и служит для обозначения опасности, дерзания, случая, счастья, мужества, страха, авантюры. Например, следующую формулировку можно найти у писателя эпохи Возрождения Джованни Ботеро: «Chi non risica non guadagna» («Кто ничем не рискует, тот ничего не получает»)<sup>10</sup>.

Освоение и колонизация американского континента потребовали весьма рискованных и вместе с тем очень выгодных в случае успеха предприятий. С ростом возможностей человечества и цены принимаемых решений понятие риска играло все более важную роль в культуре и науке<sup>11</sup>.

В настоящий момент слово «риск» употребляется в терминологии специалистов различных дисциплин. Кроме того, данное понятие в современной науке и культуре приобрело статус такой же широкой и обобщающей философской категории, как «смысл», «ценность» и т. д.

Отношение к риску, склонность принимать рискованные решения, поведение в условиях риска – все это является объектом рассмотрения самых разнообразных общественных и естественных наук. Каждая из них имеет свой предмет, свою направленность в исследовании риска и пользуется для этого собственными методами. В сложившейся ситуации можно выделить психологический, социально-психологический, экономический, правовой, медико-биологический и другие аспекты феномена «риск».

Любое концептуальное понятие, каким является термин «риск», многозначно в своих нюансах. В ходе исследования значимых, емких и многогранных понятий всегда существует риск что-то упус-

---

<sup>10</sup> Цит. по: *Луман Н.* Понятие риска // THESIS. 1994. № 5 : Риск, неопределенность, случайность. С. 135–160.

<sup>11</sup> См.: Концепция управления риском и ее математические модели : [сайт]. URL: <http://risk.keldysh.ru/risk/gl4.htm> (дата обращения: 01.10.2013).

тить, ограничиться узкими рамками, ошибиться в тенденциях, трактовке. Как говорится, «о риске говорить очень рискованно»<sup>12</sup>.

Поэтому необходимо прежде всего рассмотреть, как трактует понятие «риск» народная мудрость. Порой можно услышать: «Риск – благородное дело». Следовательно, рисковать необходимо, так как это проявление лучших качеств человека. Но «благородное дело» в данном случае следует рассматривать как борьбу с консерватизмом, догматизмом, устойчивостью. Любая система стремится быть устойчивой, т. е. стремится к состоянию равновесия. Любая попытка нарушить равновесие – риск, рискованное действие. В этом контексте возникает вопрос, связанный с проблемой развития, жизнеспособностью не отдельной автономно-функционирующей системы, а с эволюцией систем, долгосрочной перспективой выживания. В такой постановке риск связан с творчеством, поиском истины (Н. Коперник и Г. Галилей).

Другой распространенной фразой является пословица «Кто не рискует – тот не пьет шампанского». Она звучит как призыв рисковать, как требование не повторять все то, что много раз пройдено и не требует усилий. Риск здесь рассматривается в качестве спутника выгоды и выигрыша. Но в данном случае спутником выгоды является жертва, принесенная во имя получения выгоды. Таким образом, риск – сумма жертв, которые готов принести кто-то ради достижения цели.

Научные понятия, в отличие от народной мудрости, должны быть однозначными, поскольку наука не допускает риска неправильного толкования терминологического состава. В связи с этим для устранения неопределенности трактовки основополагающих понятий разрабатываются словари и глоссарии.

Определения риска можно встретить в различных изданиях – от школьного словаря до специализированных изданий, посвященных проблематике риска.

Так, А. П. Градов определяет риск как потенциал реализации неожиданных отрицательных последствий какого-либо собы-

---

<sup>12</sup> Буянов В. П., Кирсанов К. А., Михайлов Л. М. Рискология (управление рисками) : учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. М. : Изд-во «Экзамен», 2003.

тия или событий, являющихся следствием неопределенности ситуации<sup>13</sup>.

В работе Е. С. Турмачева «Методические проблемы количественного определения рисков инвестиционных проектов» дается следующее определение: «Риск – принятие решения в условиях неопределенности обстоятельств (факторов)»<sup>14</sup>.

М. Л. Разу определяет риск как опасность нежелательных отклонений от ожидаемых состояний в будущем, из расчета которых принимаются решения в настоящем<sup>15</sup>.

А. П. Альгин предлагает рассматривать риск как деятельность, связанную с преодолением неопределенности в ситуации неизбежного выбора, в процессе которой имеется возможность количественно и качественно оценить вероятности достижения предполагаемого результата, неудач или отклонения от поставленной цели<sup>16</sup>.

В исследовании В. П. Буянова, К. А. Кирсанова и Л. М. Михайлова риск предлагается трактовать как количественную оценку опасности<sup>17</sup>.

### **2.1.2. Признаки риска**

Анализ определений риска позволил выявить следующие его признаки: 1) вероятная опасность, 2) субъективность, 3) действие, 4) прогностический характер, 5) цель, 6) возможности.

---

<sup>13</sup> См.: Стратегия и тактика антикризисного управления фирмой / под ред. А. П. Градова, Б. И. Кузина. СПб. : Спец. лит., 1996.

<sup>14</sup> Турмачев Е. С. Методические проблемы количественного определения рисков инвестиционных проектов // Аудит и финансовый анализ. 1997. № 3. С. 232–240.

<sup>15</sup> См.: Разу М. Л., Воропаев В. И., Якутин Ю. В. и др. Управление программами и проектами: 17-модульная программа для менеджеров «Управление развитием организации». Модуль 8. М. : ИНФРА-М, 2000.

<sup>16</sup> См.: Альгин А. П. Риски и их роль в общественной жизни. М. : Мысль, 1989. С. 19–20.

<sup>17</sup> См.: Буянов В. П., Кирсанов К. А., Михайлов Л. М. Рискология (управление рисками).



Риск связан с вероятной опасностью – опасностью, с которой можно столкнуться в будущем. Данная опасность может повлиять на сложную систему так, что это приведет к ухудшению или невозможности ее функционирования и развития.

Риск всегда субъективен, поскольку без субъекта, который знает, что такое несчастье, что можно считать злом, что таковым не является, откуда исходит вред, представления о риске невозможны. Таким образом, риск – понятие, присущее человеку. Оно исходит из его ценностей, способностей и возможностей.

Еще одним значимым признаком риска является то, что он всегда связан с действием. Поскольку практически любое действие сопряжено с опасностями, то риск может возникнуть только там, где осуществляется какое-либо действие.

Также среди признаков риска стоит отметить его прогностический характер. Это означает, что, занимаясь деятельностью, которая связана с рисками, как правило, осуществляется прогноз ее последствий.

Кроме того, к признакам риска следует отнести цель, поскольку деятельность, которая связана с риском, осуществляется, исходя из какой-то определенной цели. В этом случае под риском понимается система действий по целеполаганию и целеосуществлению с наличием прогнозных оценок по вероятности достижения поставленных и решаемых задач.

И наконец, риск связан с возможностью. Цель, которая ставится и которая затем достигается (либо не достигается или достигается частично), определяется тем, что деятельность по достижению этой цели направлена на использование существующих возможностей.

Исходя из выявленных признаков риска, можно сформулировать следующее определение: *«Риск – вероятность возникновения в будущем опасности для субъекта (группы субъектов) в результате совершения им (ими) какого-либо целенаправленного действия для использования возможностей».*

### 2.1.3. Классификация рисков

Что касается классификации рисков, то она являлась предметом исследований многих ученых. Одним из первых подошел к этому вопросу Дж. Кейнс, который рассматривал риск через призму взаимоотношений заемщик–кредитор. Он полагал, что применительно к инвестиционным взаимоотношениям следует выделять три основных вида риска: 1) предпринимательский риск, 2) риск кредитора и 3) риск уменьшения ценности денежной единицы в связи с инфляцией<sup>18</sup>.

В литературе, посвященной вопросам риск-менеджмента, сложилось значительное количество подходов, рассматривающих риски исходя из природы их возникновения, периода проявления и т. д. Классификации рисков были предложены различными отечественными и зарубежными исследователями (Т. Бартон<sup>19</sup>, В. П. Буянов<sup>20</sup>, В. М. Гранатуров<sup>21</sup>, Т. ДеМарко<sup>22</sup>, В. С. Романов<sup>23</sup>, Н. В. Хохлов<sup>24</sup>, Г. В. Чернова<sup>25</sup> и др.). Результатом анализа существующих классификаций рисков является сводная обобщающая таблица, в которой риски представлены в соответствии с их различными классификационными признаками (табл. 2.1).

---

<sup>18</sup> См.: Кейнс Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег : пер. с англ. М. : Прогресс, 1978.

<sup>19</sup> См.: Бартон Т., Шенкир У., Уокер П. Комплексный подход к риск-менеджменту: стоит ли этим заниматься : пер. с англ. М. : Издат. дом «Вильямс», 2003.

<sup>20</sup> См.: Буянов В. П., Кирсанов К. А., Михайлов Л. М. Рискология (управление рисками). С. 63–107.

<sup>21</sup> См.: Гранатуров В. М. Экономический риск: сущность, методы измерения, пути снижения : учеб. пособие. М. : Изд-во «Дело и сервис», 1999.

<sup>22</sup> См.: ДеМарко Т. Вальсируя с медведями: управление рисками в проектах по разработке программного обеспечения : пер. с англ. М. : Компания р.п. Office, 2005.

<sup>23</sup> См.: Романов В. С. Классификация рисков: принципы и критерии : [сайт]. URL: <http://www.aup.ru/articles/finance/4.htm> (дата обращения: 01.10.2013).

<sup>24</sup> См.: Хохлов Н. В. Управление риском : учеб. пособие. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 1999.

<sup>25</sup> См.: Чернова Г. В. Практика управления рисками на уровне предприятия. СПб. : Питер, 2000.

**Классификация рисков**

Классификационный признак	Классификационные группировки
Природа возникновения риска	<p><i>Объективные риски</i> – риски, связанные с действительными процессами в жизни, оценка которых не зависит от оценивающего его субъекта, а также от сложившейся в данный момент времени конъюнктуры.</p> <p><i>Субъективные риски</i> – риски, оценка которых зависит от представлений субъекта, занимающего его оценкой, а также от конъюнктурных интересов конкретного момента времени.</p> <p><i>Мнимые риски</i> – факторы, влияющие на представление субъекта о риске, которые не имеют реальной основы</p>
Период проявления риска	<p><i>Краткосрочный риск</i> – риск, результаты которого проявляются через короткий промежуток времени. Как правило, он связан с решением ежедневных вопросов.</p> <p><i>Долгосрочный риск</i> – риск, последствия которого значительно отдалены во времени от момента принятия решения. Он связан с решением стратегических вопросов</p>
Изменяемость риска во времени	<p><i>Статический риск</i> – риск, величина которого практически не изменяется со временем, например, угроза от стихийных бедствий (пожары, наводнения и т. п.); возможные потери вследствие неблагоприятного изменения законодательства; возможные потери вследствие небрежности; возможные потери вследствие смерти ключевых работников предприятия или собственников; потери вследствие мошенничества.</p> <p><i>Динамический риск</i> – риск, величина которого изменяется с течением времени, например, изменение потребностей потребителей; новые достижения в технологиях производства и управления</p>

Продолжение табл. 2.1

Классификационный признак	Классификационные группировки
Риск на этапе решения проблемы	<p><i>Риск неверного целеполагания</i> – риск, возникающий в результате неверно выбранной цели или неверно выбранного средства достижения цели.</p> <p><i>Риск принятия неверного решения</i> – риск, возникающий в результате неполноты или недостаточности информации, а также субъективности восприятия информации лицом, принимающим решение.</p> <p><i>Риск неверного выполнения решения</i> – риск, связанный с нарушением исполнения процессов, необходимых для выполнения решения.</p> <p><i>Риск неверной оценки качества реализации решения</i> – риск, возникающий в результате отсутствия формализованных критериев оценки, а также субъективности восприятия информации лицом, производящим оценку</p>
Масштаб объекта риска	<p><i>Индивидуальный риск</i> – риск, возникающий на уровне функционирования отдельной конкретной выделенной системы (например, человеческий индивидум).</p> <p><i>Риск на уровне предприятия (фирменный риск)</i> – риск, возникающий на уровне организации, т. е. на уровне совокупности единичных интеллектуальных систем и технических устройств при осуществлении целенаправленной деятельности.</p> <p><i>Государственный риск</i> – риск, возникающий на государственном уровне, т. е. на уровне совокупности организаций и индивидумов, объединенных единой политической системой и, как правило, географическим местом расположения.</p> <p><i>Межгосударственный риск</i> – риск, возникающий на межгосударственном уровне, т. е. на уровне совокупности субъектов государственного уровня</p>
Сфера возникновения риска	<p><i>Внешний риск</i> – риск, который непосредственно не связан с деятельностью предприятия или его контактной аудиторией (социальные группы,</p>

Продолжение табл. 2.1

Классификационный признак	Классификационные группировки
	<p>юридические, физические лица, которые проявляют потенциальный и/или реальный интерес к деятельности данного предприятия). На уровень внешних рисков влияют такие факторы, как политика, экономика, демография, география и т. д.</p> <p><i>Внутренний риск</i> – риск, обусловленный деятельностью самого предприятия и его контактной аудиторией. На уровень внутренних рисков влияют качество менеджмента предприятия, техническое оснащение, производственные технологии и т. д.</p>
Возможность страхования риска	<p><i>Страхуемый риск</i> – риск, по которому можно возместить ущерб, полученный в результате возникновения событий риска. На случай наступления ряда данных событий можно застраховаться по договору, предусматривающему обязанности страховщика по полной или частичной компенсации потерь доходов (дополнительных расходов), вызванных такими обстоятельствами, как неисполнение договорных обязательств контрагентом застрахованного лица, являющегося кредитором по сделке; понесенные непредвиденные расходы; остановка производства в результате оговоренных событий и т. д.</p> <p><i>Нестрахуемый риск</i> – риск, по которому невозможно возместить ущерб, полученный в результате возникновения событий риска. Нестрахуемые риски не берутся страховать страховые компании. Но именно нестрахуемые риски являются потенциальным источником дополнительных возможностей</p>
Риски предпринимательской деятельности	<p><i>Финансовый риск</i> – риск неадекватного управления структурой капитала.</p> <p><i>Кредитный риск</i> – риск потери денежных средств в результате невозврата суммы кредита или процентов по нему.</p>

Продолжение табл. 2.1

Классификационный признак	Классификационные группировки
	<p><i>Валютный риск</i> – риск потери денежных средств вследствие изменения курсов валют.</p> <p><i>Процентный риск</i> – риск потери денежных средств вследствие повышения процентов по привлекаемым источникам над процентами по размещаемым средствам.</p> <p><i>Юридический риск</i> – риск возникновения убытков вследствие предъявления исков к хозяйствующему субъекту, непризнания юридической силы документов, признания сделок недействительными и т. п.</p> <p><i>Производственный риск</i> – риск неадекватного использования материальных и трудовых ресурсов, времени, технологий и т. п.</p> <p><i>Коммерческий (маркетинговый) риск</i> – риск, который связан со следующими факторами: с неопределенностью в месте продажи и цене, достаточной для дальнейших инвестиций; временным разрывом между производством и реализацией продукции; невозможностью точно определить размер и время рыночных изменений (спрос и т. п.).</p> <p><i>Инвестиционный (портфельный) риск</i> – риск вероятности убытков по произведенным инвестициям.</p> <p><i>Страховой риск</i> – риск наступления страхового события, которое приводит к убыткам, вызванным неэффективной страховой деятельностью.</p> <p><i>Инновационный риск</i> – неизбежный риск, который связан с финансированием вложений в научно-исследовательские работы</p>
Возможность диверсификации	<p><i>Систематический риск</i> – риск, обусловленный действием многообразных, общих для всех хозяйствующих субъектов факторов (инфляция, война, изменение денежной политики, изменение налоговых и таможенных ставок и т. д.).</p>

Классификационный признак	Классификационные группировки
	<i>Специфический (несистематический) риск</i> – риск, обусловленный действием факторов, которые полностью зависят от деятельности самого хозяйствующего субъекта (неэффективный менеджмент, снижение качества товаров и т. д.)
Уровень риска (размер возможного ущерба)	<p><i>Минимальный риск</i> – риск, в результате проявления которого размер возможного ущерба минимален.</p> <p><i>Средний риск</i> – риск, в результате проявления которого возможен средний ущерб.</p> <p><i>Большой риск</i> – риск, в результате проявления которого возможен большой ущерб.</p> <p><i>Катастрофический риск</i> – риск, в результате проявления которого размер возможного ущерба катастрофический</p>
Время проявления отрицательных последствий	<p><i>Импульсивный риск</i> – последствия рискологического события проявляются сразу.</p> <p><i>Кумулятивный риск</i> – последствия рискологического события проявляются не сразу, а по прошествии времени</p>

#### 2.1.4. Характеристика подходов к понятию «возможность»

Реалии современности вынуждают посмотреть на неопределенности не только как на источник рисков, но и как на новые возможности. Понятие «возможность», так же как и «риск», в настоящее время имеет статус категории. Таким образом, необходимо проанализировать концептуальные основы данного термина в философском аспекте.

Категорию «возможность» рассматривали в своих работах такие философы, как Аристотель, И. Кант, Г. Гегель. В общем случае под возможностью понимается то, тенденции возникновения и раз-

вития чего уже имеются в действительности, но что еще не стало наличным бытием<sup>26</sup>.

Сопоставляя понятия «возможность» и «действительность», П. В. Алексеев отмечает, что действительность есть актуальное бытие, а возможность – потенциальное бытие, будущее, содержащееся в настоящем. Кроме того, он подчеркивает, что любая система (природная, социальная) сначала существует потенциально, а затем может стать действительностью. Таким образом, понятие «возможность» тесно связано с понятием «развитие», поскольку развитие представляет собой бесконечный процесс реализации одних возможностей и возникновения новых возможностей<sup>27</sup>. На этот момент обращал внимание еще Аристотель, когда характеризовал изменение как непрерывный переход возможности в действительность<sup>28</sup>.

Г. Гегель понимал возможность как «абстрактный момент действительности», поскольку действительность включает в себя все возможности своего дальнейшего развития, но ни одна возможность не охватывает всей действительности<sup>29</sup>.

Количественной мерой возможности является вероятность, которая характеризует те пределы, в которых существует возможность; она определяет степень близости возможности к действительности.

Понятие «возможность» можно проанализировать и с позиций синергетики, рассматривая развитие как процесс прохождения сквозь точку бифуркации. Точка бифуркации характеризует возможность некоторой двойственности (термин «бифуркация» в перево-

---

<sup>26</sup> См.: Алексеев П. В., Панин А. В. Возможность и действительность. Вероятность // Алексеев П. В., Панин А. В. Философия : учеб. // society.polbu.ru Библиотека «Полка букиниста» : [портал]. URL: [http://society.polbu.ru/alekseev\\_philosophy/ch54\\_i.html](http://society.polbu.ru/alekseev_philosophy/ch54_i.html) (дата обращения: 01.10.2013).

<sup>27</sup> См.: Там же.

<sup>28</sup> См.: Учение о категориях // ou.tsu.ru : Ассоциация «Сибирский открытый университет» : [портал]. URL: [http://ou.tsu.ru/hischool/u4\\_o\\_kateg/gl91.htm](http://ou.tsu.ru/hischool/u4_o_kateg/gl91.htm) (дата обращения: 01.10.2013).

<sup>29</sup> См.: Алексеев П. В., Панин А. В. Возможность и действительность. Вероятность.



де с латинского означает «раздвоение») дальнейшего развития системы. Таким образом, после определенного момента времени система имеет возможность развиваться по нескольким вариантам.

Среди возможных ветвей развития системы далеко не все являются равновероятными, поскольку «природа не индифферентна... у нее есть влечения по отношению к некоторым состояниям», которые И. Пригожин назвал «аттракторами»<sup>30</sup>. Данный термин И. Пригожин и Г. Николис определили как состояние, к которому тяготеет система<sup>31</sup>. Таким образом, под аттрактором следует понимать траекторию или некоторое множество траекторий, по которым возможно развитие системы после точки бифуркации и которые отличаются от других относительной устойчивостью, т. е. имеют наиболее высокую степень вероятности.

П. В. Алексеев выделяет следующие виды возможностей: обратимую и необратимую, формальную и реальную, абстрактную и конкретную<sup>32</sup>.

Под *обратимой* возможностью понимается такая возможность, при превращении которой в действительность первоначальная действительность становится возможностью (например, превращение жидкого состояния воды в газообразное). *Необратимой* называется возможность, с превращением которой в действительность первоначальная действительность становится невозможностью (например, смерть человека)<sup>33</sup>.

Возможности, которые обусловлены случайными свойствами и связями, П. В. Алексеев относит к *формальным* (например, выигрыш автомашины в лотерее). *Реальные* возможности – это такие возможности, которые обусловлены необходимыми сторонами и связями объекта (например, возможность созревания овощей на огоро-

---

<sup>30</sup> См.: Новейший философский словарь. 3-е изд., испр. Минск : Книжный дом, 2003.

<sup>31</sup> См.: Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. М. : Мир, 1979.

<sup>32</sup> См.: Алексеев П. В., Панин А. В. Возможность и действительность. Вероятность.

<sup>33</sup> См.: Там же.

де, когда имеются определенная температура воздуха, своевременно выпадают осадки и т. п.)<sup>34</sup>.

Абстрактные и конкретные возможности связаны со стадиями развития системы. *Абстрактные* возможности – это возможности, для осуществления которых на данной стадии не могут сложиться соответствующие условия; эти возможности могут появиться лишь при достижении более высокой стадии развития. *Конкретные* возможности – это возможности, для осуществления которых на данной стадии развития системы могут сложиться соответствующие условия<sup>35</sup>.

### **2.1.5. Понятие «возможность» с точки зрения теории опционов**

Применительно к сфере менеджмента понятие «возможность» зачастую используется в значении «реальный опцион», поскольку один из вариантов перевода английского слова *option* – возможность. В общем случае под реальным опционом понимают возможность принятия гибких решений в условиях постоянно меняющейся среды.

Реальные опционы широко применялись в различных областях деятельности еще задолго до того, как этот термин был формально введен в научный оборот. Так, например, подход на основе реальных опционов, без явного введения самого понятия, был изложен А. В. Чаяновым еще в начале XX в. при описании кооперативного кредита<sup>36</sup>.

Термин «реальный опцион» был введен в научный оборот специалистом в области финансов С. Майерсом через несколько лет после публикации в 1973 г. работы Ф. Блэка и М. Шоулза по ценообразованию на финансовые опционы<sup>37</sup>. Финансовый опцион – это цен-

---

<sup>34</sup> См.: Алексеев П. В., Панин А. В. Возможность и действительность. Вероятность.

<sup>35</sup> См.: Там же.

<sup>36</sup> См.: Чаянов А. В. Краткий курс кооперации. М.: Книжная палата, 1989.

<sup>37</sup> См.: Black F., Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities // J. of Political Economy. 1973. Vol. 81, № 3. P. 637–659.

ная бумага (документ, имеющий юридическую силу), которая дает право по истечении определенного периода времени купить или продать по фиксированной цене другие ценные бумаги (акции, облигации и т. д.), которые называют базовым активом.

Реальный опцион, который рассматривал С. Майерс, касался финансовой политики фирмы. Он отмечал, что ценность таких «реальных опционов» зависит от разумности инвестиций, которые будут совершены фирмой в будущем<sup>38</sup>.

Дальнейшее развитие теории реальных опционов произошло в середине 80-х гг. XX в. и связано с работами, посвященными применению реальных опционов к оцениванию природных ресурсов (М. Бреннан, Е. Шварц<sup>39</sup>), к оцениванию свободного участка городской земли на основе опциона ожидания, где в качестве неопределенности выступает цена городской недвижимости (С. Титман<sup>40</sup>), а также к экономической оценке времени как стратегического ресурса (Р. Мак-Дональд, Д. Сигель<sup>41</sup>). Развитие теории реальных опционов, как отмечает А. В. Бухвалов<sup>42</sup>, пришедшееся на середину 1980-х гг., корреспондирует к общим тенденциям развития экономики и бизнеса, связанным с обострением конкуренции за счет глобализации и ускоренного роста технического прогресса. Кроме того, даже в традиционных отраслях компании стран с переходной экономикой (в том числе и в России) столкнулись с непредсказуемой внешней средой, в которой невозможно предвидеть не только действия конкурентов (не сформировалась культурная среда бизнеса), но и регулирующие шаги властей.

---

<sup>38</sup> См.: *Myers St.* Determinants of corporate borrowing // *J. of Financial Economics*. 1997. № 5. P. 147–175.

<sup>39</sup> См.: *Brennan M. J., Schwartz E. S.* Evaluating natural resource investments // *J. of Business*. 1985. Vol. 58, № 2. P. 135–157.

<sup>40</sup> См.: *Titman S.* Urban land prices under uncertainty // *American Economic Rev.* 1985. Vol. 75, № 3. P. 505–514.

<sup>41</sup> См.: *McDonald R., Siegel D.* The value of waiting to invest // *The Quarterly Journal of Economics*. 1986. Vol. 101, № 4. P. 705–727.

<sup>42</sup> См.: *Бухвалов А. В.* Реальные опционы в менеджменте: введение в проблему // *Рос. журн. менеджмента*. 2004. № 1. С. 3–32.

В последние годы концепция реальных опционов применяется также и в России. Среди российских исследователей, использующих данный подход в менеджменте, стоит отметить работы таких ученых, как А. В. Бухвалов<sup>43</sup>, Г. В. Выгон<sup>44</sup>, Д. Калинин<sup>45</sup>, Е. А. Ковалишин<sup>46</sup>, Д. Кожевников<sup>47</sup>, А. Частухин<sup>48</sup> и др.

Реальные опционы рассматриваются с двух различных позиций. В первом случае реальные опционы являются применением теории финансовых опционов к реальным активам и применяются прежде всего для обоснования проектов капиталовложений и оценивания. Подобной точки зрения придерживаются, например, Д. Мун и Д. Роджерс. Данный подход следует отнести к традиционным. В рамках второго подхода предполагается рассматривать реальные опционы как универсальный управленческий процесс, эквивалентный пониманию стратегии в ее динамике. Описание данного подхода можно найти в работах А. В. Бухвалова. Кроме того, он предлагает рассматривать реальные опционы как возможность принятия гибких решений в условиях неопределенности. Данное определение является универсальным и позволяет учесть точки зрения двух указанных подходов. Таким образом, в рамках данного определения к числу реальных опционов относятся гарантийные обязательства производителей товаров и услуг, бренды, аутсорсинг, инновации, лизинг с правом возврата оборудования, модульные технологии, бизнес в Интернете, земля и все виды недвижимости,

---

<sup>43</sup> См.: Бухвалов А. В. Реальные опционы в менеджменте: классификация и приложения // Рос. журн. менеджмента. 2004. № 2. С. 27–56.

<sup>44</sup> См.: Выгон Г. В. Оценка фундаментальной стоимости нефтяных месторождений: метод реальных опционов // Экономика и математические методы. 2004. Т. 37, № 2. С. 54–69.

<sup>45</sup> См.: Калинин Д. Как определить «настоящую» цену инвестиционного проекта? // Рынок ценных бумаг. 2000. № 24. С. 62–64.

<sup>46</sup> См.: Ковалишин Е. А., Поманский А. Б. Реальные опционы: оптимальный момент инвестирования // Экономика и математические методы. 1999. Т. 35, № 2. С. 50–60.

<sup>47</sup> См.: Кожевников Д. Применение моделей реальных опционов для оценки стратегических проектов // Рынок ценных бумаг. 2000. № 24. С. 65–69.

<sup>48</sup> См.: Частухин А. Модели оценки реальных опционов как инструмент повышения стоимости компании // Финансы. 2001. № 2. С. 70–71.

медные рудники, нефтяные и газовые поля (разведанные полностью или частично), окружающая среда, а также сами компании в глазах своих собственников.

В литературе, посвященной проблематике реальных опционов, рассматриваются различные подходы к их классификации. А. В. Бухваловым разработана обобщающая классификация реальных опционов (табл. 2.2).

Т а б л и ц а 2.2

**Классификация реальных опционов<sup>49, 50</sup>**

Классификационный признак	Классификационные группировки
Классификация по действию	<p><i>Последовательные инвестиции</i> представляют собой серию взаимосвязанных проектов, осуществляемых последовательно. При этом предполагается, что каждый предыдущий проект создает необходимую среду (внутреннюю и внешнюю) для проведения следующего. Кроме того, решение о каждом последующем проекте обладает гибкостью (выбор срока начала реализации проекта, возможный отказ от реализации).</p> <p><i>Опцион роста</i> – инвестиции с целью входа на непредсказуемый страновой или отраслевой рынок, где возможно получение сверхприбылей.</p> <p><i>Опцион прекращения</i> – возможность проектирования стратегии таким образом, чтобы в случае невыгодности проекта для одной фирмы проект (или что-то связанное с ним, например, не нужен завод, но нужна земля, на которой он расположен) был выгоден другой фирме. В этом случае удастся спасти хотя бы часть капиталовложений.</p> <p><i>Опцион ожидания</i> – возможность временно приостановить проект до того момента, когда его реализация будет более выгодна.</p>

<sup>49</sup> См.: Бухвалов А. В. Реальные опционы в менеджменте: введение в проблему. С. 21–26.

<sup>50</sup> См.: Бухвалов А. В. Реальные опционы в менеджменте: классификация и приложения. С. 41.

Продолжение табл. 2.2

Классификационный признак	Классификационные группировки
	<p><i>Опцион обучения</i> – повышение гибкости организации за счет наличия людей (команд), способных решать любые будущие проблемы. Кроме того, опцион обучения – это не только отношение к знаниям как к активу фирмы, но и наличие стратегии его постоянного упреждающего обновления (обучающаяся организация).</p> <p><i>Варьирование объемами и разнообразием продукции</i> как в большую, так и в меньшую сторону является гибкостью, которую необходимо специально встраивать в технологию управления</p>
Классификация по типу неопределенности	<i>Радужный опцион</i> – опцион, зависящий от нескольких видов неопределенностей
Классификация по стороне баланса	<p><i>Опционы, встроенные в активы</i>, – опционы, которые влияют на активы компании. Пример: возможность отложить начало проекта.</p> <p><i>Опционы, встроенные в пассивы</i>, – опционы, которые влияют на пассивы компании. Пример: гарантийные обязательства</p>
Комбинации опционов	<p><i>Опционы переключения</i> предполагают возможность при необходимости перепрофилировать активы, которые приобретались или создавались собственными силами для конкретных целей.</p> <p><i>Составные опционы</i> – это опционы на опционы, т. е. такой опцион в качестве базисной неопределенности имеет другой опцион</p>
Классификация по применению реальных опционов в менеджменте	<i>Общий и стратегический менеджмент</i> – производственный менеджмент (технологическая гибкость); информационный менеджмент; гарантийные обязательства; стратегические ресурсы; динамические способности; знания как активы; аутсорсинг; стратегический маркетинг (бренд как актив); инновации и НИОКР; слияния и поглощения, реструктуризация.

Классификационный признак	Классификационные группировки
	<i>Финансовый менеджмент</i> – обоснование инвестиционных проектов; ценность естественных ресурсов (земля, полезные ископаемые); ценность окружающей среды; ценность фирмы; корпоративное управление (леверидж, оценка для собственников, банкротство)

Итак, теорию реальных опционов можно рассматривать как подход, позволяющий внедрить систему адаптации, тем самым способствуя развитию организации. Однако, несмотря на то что наличие гибкости в управлении внутренними процессами предприятия и гибкости для реакции на внешнюю среду чрезвычайно ценно, использование методики реальных опционов не всегда оправданно.

Анализ литературы позволил выявить следующие *ограничения для применения реальных опционов*: 1) низкая степень неопределенности; 2) невозможность использования гибкости в принятии управленческих решений.

Низкая степень неопределенности бизнес-среды компании может быть обусловлена работой по долгосрочным контрактам. Такие компании могут десятилетиями работать по одному контракту, производить один продукт и поставлять его для единственного клиента. В данном случае попытка применения методики реальных опционов неизбежно приведет к неэффективному использованию ресурсов компании, поскольку в случае, когда бизнес существует в среде практически полной определенности, стоимость реальных опционов будет нулевой.

Невозможность использования гибкости в принятии управленческих решений может быть связана, например, с наличием определенных политических мотивов, когда руководство компании не может изменить ранее принятые решения. В данном случае, когда менеджмент компании еще не готов или не способен использовать принципы гибкости

в управлении, применение методики реальных опционов будет означать лишь бессмысленное расходование финансовых и человеческих ресурсов.

Помимо указанных ограничений в использовании реальных опционов сам метод также имеет ряд недостатков. Так, Т. Дас и Б. Еланго выделяют следующие *недостатки гибкости*, которую порождают реальные опционы: 1) дополнительные затраты; 2) усиление стресса в компании; 3) ослабление стратегического фокуса<sup>51</sup>.

Д о п о л н и т е л ь н ы е з а т р а т ы связаны с тем, что проектирование и поддержка гибкости предприятия сопряжены со значительными издержками, к которым А. В. Бухвалов предлагает отнести затраты на первоначальные инвестиции по формированию портфеля реальных опционов, транзакционные издержки, обусловленные несовершенством информации, и издержки мониторинга, связанные с наблюдением и принятием решений<sup>52</sup>.

У с и л е н и е с т р е с с а в к о м п а н и и обусловлено тем, что в атмосфере гибкости персоналу компании необходимо постоянно адаптироваться к новым условиям, причем по большей части не за счет использования ранее накопленного опыта, а за счет постоянного приобретения новых навыков и знаний. Как отмечает Н. К. Пирогов, «в таких условиях наработанные преимущества опытных сотрудников в купе с их набором навыков могут просто превратиться в их недостатки, если они не могут или не хотят адаптироваться к изменяющимся условиям работы. Постоянные организационные трансформации могут слишком дорого стоить менеджменту, так как увеличивается вероятность потери квалифицированного персонала, который не способен приспособиться к новым требованиям функционирования в условиях неопределенности»<sup>53</sup>.

---

<sup>51</sup> См.: Das T., Elango B. Managing strategic flexibility: Key to effective performance // J. of General Management. 1995. Vol. 20, № 3. P. 60–75.

<sup>52</sup> См.: Бухвалов А. В. Реальные опционы в менеджменте: классификация и приложения. С. 38.

<sup>53</sup> Реальные опционы и реальность // cfin.ru : корпоративный менеджмент : [портал]. URL: [http://www.cfin.ru/finanalysis/value/ro\\_realty.shtml](http://www.cfin.ru/finanalysis/value/ro_realty.shtml) (дата обращения: 01.10.2013).



Таким образом, стремление компании к гибкости ее бизнес-процессов может привести к потерям квалифицированного опытного персонала, который по каким-либо причинам не смог адаптироваться к новым условиям.

Кроме того, гибкость может оказать разрушающее воздействие на стратегический фокус компании. Это связано с тем, что в условиях непрерывного изменения внешней среды руководители организации стремятся так же быстро изменять курс развития. В частности, Н. К. Пирогов подчеркивает, что «в постоянно меняющемся мире, где жизненный цикл конкурентных преимуществ постоянно сокращается, компании могут попытаться “переиграть” конкуренцию путем очень быстрых перемещений в “бизнес-пространстве”. Это означает, что менеджеры могут принимать решения о кардинальных изменениях курса развития компании, основываясь на недостаточно веских сигналах из окружающей среды. Таким образом, сильно возрастает вероятность того, что менеджеры могут просто “перегнуть палку” в своем ответе всему миру»<sup>54</sup>.

Кроме того, слишком частая смена стратегии развития, по мнению Н. К. Пирогова, может привести к ослаблению «приверженности» персонала, что особенно критично при выполнении проектов. Здесь Н. К. Пирогов приводит следующую цепочку: без организационной приверженности, которая не может мирно сосуществовать с гибкостью, приверженность отдельного сотрудника компании ослабевает, что в результате повышает вероятность неудачной реализации проекта<sup>55</sup>.

Итак, гибкость не является однозначно ценным или бесполезным качеством. Соответственно применение методики реальных опционов целесообразно в случае высокой неопределенности внешней и внутренней среды организации, а также при условии, что менеджмент компании способен принимать гибкие управленческие решения с целью адаптации предприятия к произошедшим изменениям.

---

<sup>54</sup> Реальные опционы и реальность.

<sup>55</sup>См.: Там же.

Как уже отмечалось, неопределенность является одной из неотъемлемых характеристик инновационных процессов. Следовательно, при проведении анализа существующих методов оценки возможностей целесообразно рассмотреть подход на основе реальных опционов.

Итак, анализ понятия «возможность» позволил выявить ряд различных подходов к определению возможности. В рамках *философской концепции* «возможность» трактуется как абстрактное, потенциально достижимое бытие, которое с течением времени в процессе развития может стать действительностью. Стоит отметить, что с точки зрения философии возможность не рассматривается как исключительно благоприятное событие. С позиций *синергетической концепции* учитывается вероятность реализации возможностей, т. е. из множества возможностей выделяются те, которые характеризуются наибольшей вероятностью стать действительностью (аттракторы). В *теории реальных опционов* акцент ставится на гибкости (адаптивности) организации, которая способствует реализации благоприятных возможностей в условиях высокой степени неопределенности внешней и внутренней среды.

Учитывая рассмотренные подходы, предлагается трактовать «возможность» как *благоприятное событие, имеющее большую степень вероятности реализации в будущем при условии адаптации системы (организация, проектная группа) к изменениям внешней и внутренней среды.*

Также стоит отметить, что в отличие от рисков подходы к классификации возможностей находятся на этапе становления.

### **2.1.6. Взаимосвязь рисков и возможностей**

Анализ литературы, посвященной вопросам риск-менеджмента и теории реальных опционов, позволил выявить следующие подходы к пониманию рисков, возможностей и их взаимосвязи: 1) традиционный (риск – это опасность, благоприятные возможности не рассматриваются); 2) финансовый (риск – это опасности плюс благоприятные возможности).

Как уже говорилось, в рамках т р а д и ц и о н н о г о п о д - х о д а, которого придерживаются А. П. Альгин, А. П. Градов, Г. Г. Малинецкий, М. Л. Разу и др., риск рассматривается исключительно как негативное событие (потери, опасности). Что касается возможностей, то они остались вне фокуса внимания данного подхода. Итак, целевыми установками традиционного подхода являются поддержание стабильности и безопасности. Но, как справедливо отметил А. В. Бухвалов, данный подход справедлив в отношении природных и техногенных катастроф, поскольку к основной задаче менеджмента следует отнести рост, связанный с максимальным увеличением ценности. Поддержание стабильности в условиях конкуренции приводит к застою и кризисам – тенденциям, противоположным росту<sup>56</sup>.

Второй подход условно можно назвать ф и н а н с о в ы м, поскольку он берет свое начало из теории финансов. В данном случае в понятие риска входят неожиданные положительные и отрицательные стороны, имеющие свою количественную оценку, которая называется вариационным риском и учитывает колебания (волатильность) вокруг среднего (ожидаемого) значения целевого параметра. К сторонникам этого подхода следует отнести А. В. Бухвалова, Г. Минцберга и др. Появление тенденции в риск-менеджменте, учитывающей не только отрицательные, но и благоприятные события, также связано со становлением теории реальных опционов. Так, Г. Минцберг пишет, что ранее риск понимался в менеджменте исключительно как опасность, но с появлением реальных опционов ситуация изменилась<sup>57</sup>.

Понимание риска как сочетания вероятных неблагоприятных и позитивных событий также находит свое отражение в проектном менеджменте. В частности, в Руководстве к Своду знаний по управлению проектами (PMBOK Guide 2013) риск проекта определяется как неопределенное событие или условие, которое в случае возник-

---

<sup>56</sup> См.: Бухвалов А. В. Реальные опционы в менеджменте: введение в проблему. С. 10.

<sup>57</sup> См.: Mintzberg H. Managing exceptionally // Organization Science. 2001. Vol. 12, № 6. P. 759–771.

новения имеет позитивное или негативное воздействие, по меньшей мере на одну из целей проекта<sup>58</sup>.

Аргументируя целесообразность учета отрицательных и благоприятных возможностей, А. В. Бухвалов обращается к трактовке слова «риск» в китайском языке, которое в данном случае выражается с помощью двух иероглифов: один из них означает «опасность» (что соответствует толкованию данного термина в европейских языках), а второй – «возможность»<sup>59</sup>. Исходя из этой концепции он также формулирует два подхода к риск-менеджменту – пассивный и активный<sup>60</sup>. *Пассивный риск-менеджмент* направлен на минимизацию опасностей. Цель *активного риск-менеджмента* наибольшим образом соответствует целям большинства организаций, поскольку они существуют не только для борьбы с опасностями, но и в надежде обрести успех.

Таким образом, в целях управления проектом необходимо учитывать как риски, так и возможности. Тем не менее, несмотря на то что риски и возможности имеют схожую вероятностную природу и предназначены для количественной оценки неопределенности, объединение положительных и отрицательных событий проекта в один показатель «риск», наименование которого в русском языке имеет негативную окраску, все же нецелесообразно. Таким образом, в ходе оценки проектов следует учитывать риски и возможности автономно, а затем сопоставлять их значения.

## 2.2. Анализ существующих методик оценки рисков (возможностей)

Один из фундаментальных принципов современной науки состоит в том, что явление нельзя считать хорошо понятым до тех пор,

---

<sup>58</sup> См.: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide 2013) 2013 Edition. Project Management Institute (PMI), Four Campus Boulevard, Newtown Square, Pennsylvania, USA, 2013.

<sup>59</sup> См.: Бухвалов А. В. Реальные опционы в менеджменте: введение в проблему. С. 11.

<sup>60</sup> См.: Там же. С. 11–12.

пока оно не описано посредством количественных характеристик. Как уже отмечалось, риски и возможности являются количественными показателями неопределенности. Кроме того, для оценки вероятных *опасностей* мы будем использовать показатель «риск», а для оценки вероятных *благоприятных событий* – показатель «возможность».

В настоящее время для оценки рисков разработаны такие методы, как расчет дисперсии, анализ чувствительности, анализ сценариев, имитационное моделирование Монте-Карло и т. д., которые детально описаны в работах И. М. Волкова и М. В. Грачевой<sup>61</sup>, А. И. Орлова<sup>62</sup>, М. Л. Разу<sup>63</sup> и др. Рассмотрим основные из них.

### **2.2.1. Простейшие математические модели для оценки рисков**

*Вероятностный подход* к оценке рисков является исторически первым способом учета неопределенностей в момент принятия решения. Стохастические (вероятностные) модели снискали широкое применение в тех случаях, когда те или иные факторы носят неопределенный характер. Такие ситуации особенно характерны для гуманистических систем, в том числе и систем управления инновационными проектами.

Основополагающим понятием вероятностных моделей является понятие *случайного события*, т. е. события, которое может произойти или не произойти в результате некоторого *испытания*. Под испытанием в данном случае понимается не только целенаправленное действие, но и явление, происходящее независимо от наблюдателя. Каждому событию может быть поставлено в соответствие число, принадлежащее отрезку  $[0, 1]$ , которое называется *вероятностью* данного события. Вероятность – это мера достоверности (в том числе и субъективной) данного события.

---

<sup>61</sup> См.: Волков И. М., Грачева М. В. Проектный анализ: Продвинутый курс : учеб. пособие. М. : ИНФРА-М, 2011.

<sup>62</sup> См.: Орлов А. И. Теория принятия решений : учеб. М. : Экзамен, 2006.

<sup>63</sup> См.: Разу М. Л., Воронцов В. И., Якутин Ю. В. и др. Управление программами и проектами. С. 213–215.

Одной из первых технологий управления риском стало морское страхование, получившее широкое распространение в XVI в. Успех экспедиции зависит от множества факторов и случайных событий. Из этого следует, что существует  $N$  сценариев развития событий. Вероятностный подход позволяет определить ожидаемую прибыль (*математическое ожидание*).

Пусть  $i$ -й исход имеет вероятность  $p_i$ , а доход (или убыток) от него составит  $x_i$ . Тогда ожидаемая прибыль от планируемого предприятия составит

$$S_1 = \sum_{i=1}^N p_i \cdot x_i, \quad (2.1)$$

где  $S_1$  – математическое ожидание (вариант расчета 1);  $p_i$  – вероятность получения прибыли;  $x_i$  – измеряемый показатель (например, прибыль).

Применительно к управлению проектами, для того, чтобы сравнить два проекта, используя вероятностный подход, нужно рассчитать для каждого из них величину матожидания  $S_1$  по формуле (2.1) и выбрать тот проект, для которого она окажется больше.

Выражение (2.1) не учитывает субъективность, которая присуща всем системам, в которых задействован человек. Определение математического ожидания по данному алгоритму базируется на *объективном подходе*, который не учитывает человеческий фактор.

Данный алгоритм расчета математического ожидания (2.1) активно применяется в современной теории принятия решений. Тем не менее его использование целесообразно лишь тогда, когда проводится *большое число испытаний* ( $N \rightarrow \infty$ ) в *одинаковых условиях*. Стоит отметить, что гуманистические системы динамичны: параметры их состояния являются функцией времени. Таким образом, применение алгоритма расчета математического ожидания ко многим гуманистическим системам неоправданно, поскольку в данном случае не соблюдается одно из важнейших условий модели: условия проведения экспериментов не идентичны.

В первой половине XVIII в. произошло зарождение *субъективного подхода* к определению вероятности и описано в работах

Г. Крамера и Д. Бернулли. Субъективный подход учитывает наличие человеческого фактора в процессе принятий решения и возникающих в результате рисках. Этот подход тесно связан с психологией и социологией. Область применения данной теории очень велика. Это прежде всего поведение экономических агентов, большинство деловых решений которых принимается «на уровне здравого смысла», «на основе предшествующего опыта» и т. п.

В соответствии с концепцией Бернулли при анализе субъективных решений следует перейти от ожидаемого дохода (убытка)  $x_i$  к ожидаемой полезности  $U(x)$ , которая позволяет учесть субъективное восприятие ценности ожидаемого дохода. В данном случае выражение (2.1) преобразуется к следующему виду:

$$S_2 = \sum_{i=1}^{\infty} p_i \cdot U(x_i), \quad (2.2)$$

где  $S_2$  – математическое ожидание (вариант расчета 2);  $p_i$  – вероятность получения ожидаемой полезности;  $U(x_i)$  – ожидаемая полезность.

Вероятность в выражениях (2.1) и (2.2) рассматривается как элементарное понятие, численное значение которого определено объективно. Тем не менее на практике определение значения показателя вероятности довольно проблематично. Субъективная доктрина вероятности разрабатывалась Фрэнком Рамсэем (Ramsey, 1931), Бруно де Финетти (Finetti, 1937, 1974), Леонардом Сэвиджем (Savage, 1954) и Праттом, Райффой и Шлайфером (Pratt et al., 1964)<sup>64</sup>. С их точки зрения, вероятности – это степени убежденности в том, что наступят те или иные события, как повторяющиеся, так и уникальные. Таким образом, ими было выдвинуто предположение, что решения принимаются исходя не из реальных вероятностей, возможных вариантов событий  $p_i$ , а из своих представлений о них  $f(p_i)$ . Поэтому выражение (2.2) можно свести к следующему виду:

---

<sup>64</sup> См.: Шумейкер П. Модель ожидаемой полезности: разновидности, подходы, результаты и пределы возможностей // THESIS. 1994. № 5 : Риск, неопределенность, случайность. С. 29–80.

$$S_3 = \sum_{i=1}^{\infty} f(p_i) \cdot U(x_i), \quad (2.3)$$

где  $S_3$  – математическое ожидание (вариант расчета 3);  $f(p_i)$  – субъективные представления о вероятности получения ожидаемой полезности;  $U(x_i)$  – ожидаемая полезность.

Все теории, основанные на соотношениях вида (2.1)–(2.3), были подвергнуты серьезной критике М. Алле, лауреатом Нобелевской премии по экономике, и представителями его научной школы. Один из существенных аргументов заключался в том, что в ряде случаев, принимая решения, люди имеют дело не только с математическим ожиданием какого-то события, как в вышеописанных соотношениях, но и с разбросом значений, дисперсией.

В большинстве случаев процесс принятия решения сводится к минимизации неопределенности, показателем которой является степень отклонения случайной величины от ее математического ожидания. Для измерения этого показателя применяется такая числовая характеристика случайной величины, как дисперсия.

*Дисперсия* – средневзвешенное квадратов отклонений случайной величины от ее математического ожидания, т. е. отклонений действительных результатов от ожидаемых (мера разброса):

$$D = \sum_{i=1}^N (x_i - S)^2 \cdot p(x_i), \quad (2.4)$$

где  $D$  – дисперсия;  $x_i$  – показатель;  $S$  – математическое ожидание;  $p(x_i)$  – вероятность достижения показателя.

Тем не менее использование дисперсии неудобно. Это связано с тем, что анализируемые показатели обычно имеют размерность (например, штуки, килограммы, рубли и т. д.). При этом математическое ожидание этих показателей имеет ту же размерность, что и сам показатель. Размерность дисперсии равна квадрату размерности показателя, что является неудобным. Для этого было введено понятие *стандартного отклонения*, которое равно квадратному корню из дисперсии:

$$\sigma = \sqrt{D}. \quad (2.5)$$



Таким образом, стандартное отклонение имеет ту же размерность, что и сама случайная величина.

Как дисперсия, так и стандартное отклонение являются абсолютной мерой риска. Относительной мерой риска служит *коэффициент вариации*

$$c = \frac{\sigma}{S}. \quad (2.6)$$

Чем больше коэффициент вариации, тем менее однородна анализируемая совокупность и тем менее типично математическое ожидание (среднее значение) для данной совокупности. В соответствии со свойствами нормального распределения установлено, что совокупность количественно однородна, если коэффициент вариации не превышает 33 %.

Применительно к проектному анализу коэффициент вариации является показателем риска проекта. Если коэффициент вариации меньше 33 %, то риск проекта приемлем. Если значение коэффициента вариации превышает 33 %, то риски проекта значительны.

**Пример 2.1.** Предположим, что бюджет проекта составит 120 тыс. руб. с вероятностью 80 %, 100 тыс. руб. – с вероятностью 15 % и 150 тыс. руб. – с вероятностью 5 %. Определить относительную степень риска (коэффициент вариации проекта).

*Решение.*

1) Используя выражение (2.1), определяем математическое ожидание:

$$S = 120 \times 0,8 + 100 \times 0,15 + 150 \times 0,05 = 118,5 \text{ тыс. руб.}$$

2) Находим дисперсию, применяя выражение (2.4):

$$D = (120 - 118,5)^2 \times 0,8 + (100 - 118,5)^2 \times 0,15 + (150 - 118,5)^2 \times 0,05 = 102,75.$$

3) Определяем стандартное отклонение, используя выражение (2.5):

$$\sigma = (102,75)^{0,5} = 10,14.$$

4) Находим коэффициент вариации, используя выражение (2.6.):

$$c = \sigma / S = 10,14 / 118,5 = 0,09.$$

Коэффициент вариации 9 % (меньше 33 %). Следовательно, риск проекта незначителен.

**Пример 2.2.** Предприятие выбирает исполнителей проекта (аутсорсинг). Варианты бюджетов и степень их вероятности для первого исполнителя аналогичны тем, которые приведены в примере 2.1. Варианты бюджетов и степень их вероятности для второго исполнителя следующие: бюджет 80 тыс. руб. с вероятностью 60 %; бюджет 100 тыс. руб. с вероятностью 20 % и бюджет 160 тыс. руб. с вероятностью 20 %. Исходя из предположения, что предприятие имеет низкую толерантность к риску, определить наиболее подходящего исполнителя проекта.

*Решение.* Методика расчета аналогична примеру 2.1. Результаты расчетов следующие.

*Исполнитель 1*

$S = 118,5$  тыс. руб.;  $D = 102,75$ ;  $\sigma = 10,14$ ;  $c = 0,09$  (9 %).

*Исполнитель 2*

$S = 100$  тыс. руб.;  $D = 960$ ;  $\sigma = 30,98$ ;  $c = 0,31$  (31 %).

Поскольку заказчик имеет низкую толерантность к рискам, следует выбрать исполнителя 1 (даже несмотря на то, что бюджет проекта в данном случае будет выше).

## **2.2.2. Анализ чувствительности**

Анализ чувствительности является относительно простым методом, который позволяет выяснить, какие именно факторы (оцениваемые параметры) можно отнести к наиболее рискованным. Здесь стоит подчеркнуть, что анализ чувствительности не ставит перед собой цель количественно оценить риск. Задача метода – оценить влияние на значение какого-либо значимого результирующего показателя проекта группы входных ключевых параметров.

Чаще всего этот метод применяют для определения степени влияния изменения условий реализации проекта на значение какого-либо показателя, например чистой приведенной стоимости  $NPV$  (в отечественной литературе данный показатель называется «числитель дисконтированный доход, ЧДД»). В данном случае риск рассматривается как степень чувствительности  $NPV$  к изменению условий проекта (изменение налоговых платежей, ценовые изменения, изменения затрат и т. п.).

Метод анализа чувствительности строит принятие решений на базе ответов на большое число вопросов, например, «что будет, если?..». Зачастую метод анализа чувствительности проводится графически или таблично. Показывается процентное изменение результата – например, чистого дисконтированного дохода ( $NPV$ ), внутренней нормы доходности ( $IRR$ ) и т. д. – при изменении одного из условий функционирования (другие факторы предполагаются неизменными).

При графическом анализе по оси абсцисс откладывается процентная шкала изменения одного фактора, а по оси ординат – изменение  $NPV$  ( $IRR$  или другого показателя).

Чем круче прямая реагирования (чем больше угол ее наклона), тем чувствительнее значение выбранного ключевого показателя (например,  $NPV$ ) к изменению данного фактора и соответственно больше риск. Общая картина чувствительности приведена на графике множества прямых реагирования (рис. 2.1), где на оси ординат показаны значения  $NPV$ , а на оси абсцисс – шкала процентных изменений (т. е. изменение на 10, 20 % и т. д.).

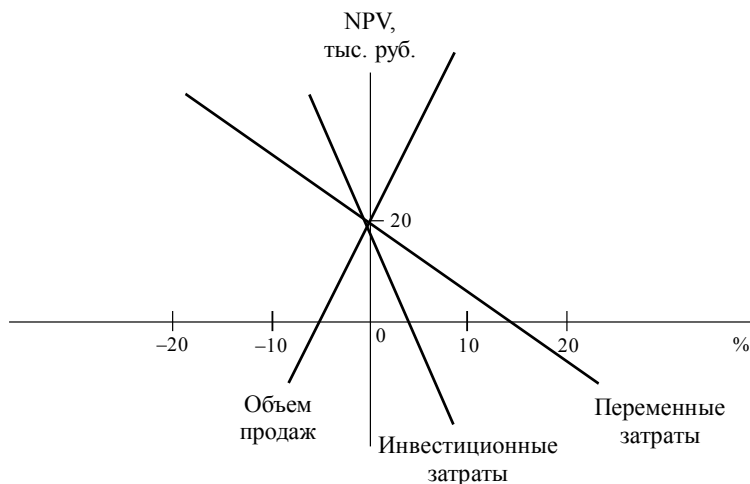


Рис. 2.1. Анализ чувствительности

После определения чувствительности проекта по всем внешним ключевым параметрам осуществляется ранжирование: параметры ранжируются экспертами по степени субъективной вероятности изменений. Параметры, вероятность изменения которых велика и велико их влияние на прибыль проекта, подлежат самому детальному анализу.

Этот метод отличается простотой вычислений, ясностью задачи ранжирования. Существенным недостатком его является неправдоподобное предположение независимости изменения параметров.

Метод анализа чувствительности на сегодняшний день чаще всего используется для анализа инвестиционных проектов. В ходе этого анализа определяется степень устойчивости проекта к влиянию внешней или внутренней среды.

Самый простой случай – определение степени устойчивости инвестиционного проекта к влиянию макроэкономических факторов. В теории инвестиций такое влияние выражается через коэффициент дисконтирования. Эта задача сводится к тому, чтобы определить, каким образом изменится значение  $NPV$  проекта при увеличении ставки дисконта, который выражает состояние макросреды.

Модель  $NPV$  в общем виде можно представить так:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{I_t}{(1+r)^t}, \quad (2.7)$$

где  $B_t$  – величина дохода в  $t$ -м периоде от реализации инвестиционного проекта;  $C_t$  – величина расходов в  $t$ -м периоде на реализацию инвестиционного проекта;  $r$  – ставка дисконта;  $t$  – значение определенного периода реализации инвестиционного проекта;  $I_t$  – сумма инвестиций в  $t$ -м периоде.

Еще одним показателем, используемым в анализе чувствительности, является внутренняя норма доходности (Internal Rate of Return,  $IRR$ ) – норма прибыли, порожденная инвестицией. Это та норма прибыли (барьерная ставка, ставка дисконтирования), при которой чистая текущая стоимость инвестиции равна нулю, или это та ставка дисконта, при которой дисконтированные доходы от проекта равны инвестиционным затратам. Внутренняя норма доходнос-

ти определяет максимально приемлемую ставку дисконта, при которой можно инвестировать средства без каких-либо потерь для собственника. Таким образом,  $IRR = r$ , при котором  $NPV = f(r) = 0$ .

Ее значение находят из следующего уравнения:

$$NPV_{(IRR)} = \sum_{t=1}^N \frac{B_t - C_t}{(1 + IRR)^t} - \sum_{t=1}^N \frac{I_t}{(1 + IRR)^t} = 0, \quad (2.8)$$

где  $B_t - C_t = CF_t$  – приток денежных средств в период  $t$ ;  $I_t$  – сумма инвестиций (затраты) в  $t$ -м периоде;  $N$  – суммарное число периодов (интервалов, шагов),  $t = 0, 1, 2, \dots, N$ .

Экономический смысл данного показателя заключается в том, что он демонстрирует ожидаемую норму доходности (рентабельность инвестиций) или максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в оцениваемый проект.  $IRR$  должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов:  $IRR > CC$ .

Если это условие выдерживается, инвестор может принять проект, в противном случае он должен быть отклонен. Достоинства показателя «внутренняя норма доходности» состоят в том, что кроме определения уровня рентабельности инвестиции есть возможность сравнить проекты разного масштаба и различной длительности.

Одним из недостатков  $IRR$  является то, что этот показатель может быть рассчитан с помощью программных средств либо с использованием специальных финансовых таблиц.

*Срок окупаемости инвестиций (PB)* – время, в течение которого доходы от инвестиций становятся равны первоначальным вложениям. Смысл расчета срока окупаемости инвестиций заключается в том, что требуется найти минимальное значение периода,

при котором  $\sum_{t=1}^N CF_t > I_0$ .

**Пример 2.3.** Пусть размер инвестиций составляет 115 тыс. руб. Доходы от инвестиций в первом году – 32 тыс. руб., во втором – 41 тыс. руб.; в третьем – 43,75 тыс. руб.; в четвертом – 38,25 тыс. руб.

Требуется найти период, по истечении которого инвестиции окупятся.

*Решение.* Сумма доходов за первый и второй год – 73 тыс. руб., что меньше размера инвестиций (115 тыс. руб.).

Сумма доходов за первый, второй и третий год – 116,75 тыс. руб. Это больше 115 тыс. руб.

Если предположить, что приток денежных средств поступает равномерно в течение всего периода, то можно вычислить остаток от третьего года, используя следующее выражение:

$$Ost = 1 - \frac{\sum_{t=1}^3 CF_t - I}{CF_3}. \quad (2.9)$$

Таким образом, срок окупаемости проекта составляет 2,96 года.

**Пример 2.4.** Рассмотрим проект, срок реализации которого составляет 3 года. Соответственно денежные потоки  $CF_t = (B_t - C_t)$  прогнозируются в размере 500, 800 и 700 тыс. долл. соответственно. Сумма инвестиций, которые вкладываются одновременно до начала реализации проекта, составляет 1000 тыс. долл. Ставка дисконта для данного проекта определена в размере 15 %.

а) Установить, какое влияние будет оказывать на проект изменение условий внешней среды, т. е. на сколько процентов изменится значение  $NPV$ , если ставка дисконта изменится на 1 %.

б) Оценить чувствительность изменения  $NPV$  к изменению денежных потоков. Денежные потоки увеличиваются на тот же процент, что и изменение ставки дисконтирования в относительном выражении (6,7 %).

в) Сравнить, к каким изменениям более чувствителен проект (ставка дисконтирования и изменение денежных потоков).

*Решение.* Нужно рассчитать значение  $NPV$  для двух случаев: для варианта с фактическим значением ставки дисконта и с вариантом с измененным значением ставки дисконта, причем величина и направление такого изменения могут быть любыми, на конечный результат это влиять не будет. Возьмем как измененное значение ставки дисконта 16 % (табл. 2.3, 2.4).

Т а б л и ц а 2.3

**Расчет чистой приведенной стоимости ( $NPV$ ),  
ставка дисконтирования 15 %**

Наименование показателя	Период проекта				Итог
	0	1	2	3	
Денежные потоки, тыс. долл.		500	800	700	2000
Коэффициент дисконтирования		0,87	0,76	0,66	–
Дисконтированные денежные потоки, тыс. долл.		435	608	462	1508
Инвестиции	1000				1000
$NPV$ , тыс. долл.					508

Т а б л и ц а 2.4

**Расчет чистой приведенной стоимости ( $NPV$ )  
при увеличении ставки дисконтирования на 1 % (16 %)**

Наименование показателя	Период проекта				Итог
	0	1	2	3	
Денежные потоки, тыс. долл.		500	800	700	2000
Коэффициент дисконтирования		0,86	0,74	0,64	–
Дисконтированные денежные потоки, тыс. долл.		430	592	448	1470
Инвестиции	1000				1000
$NPV$ , тыс. долл.					470

Изменение  $NPV$  при изменении ставки дисконтирования на 6,7 % (в относительном выражении) составило 7,5 %. Отрицательный знак свидетельствует о том, что показатели «ставка дисконтирования»

и «чистый дисконтированный доход» обратно пропорциональны, т. е. при увеличении ставки дисконтирования чистый дисконтированный доход уменьшается (табл. 2.5).

Т а б л и ц а 2.5

**Расчет чистой приведенной стоимости (*NPV*)  
при увеличении денежных потоков на 6,7 %**

Наименование показателя	Период проекта				Итог
	0	1	2	3	
Денежные потоки, тыс. долл.		534	854	747	2135
Коэффициент дисконтирования		0,87	0,76	0,66	–
Дисконтированные денежные потоки, тыс. долл.		465	649	493	1607
Инвестиции	1000				1000
<i>NPV</i> , тыс. долл.					607

Изменение *NPV* при изменении денежных потоков на 6,7 % (в относительном выражении) составило 19,49 %.

Сопоставляя изменения *NPV* и изменения ставки дисконтирования и денежных потоков, можно сделать вывод, что данный проект более чувствителен к изменению денежных потоков. Следовательно, получение доходов ниже запланированных, а также рост затрат в сравнении с плановыми значениями является существенным фактором риска для данного проекта.

### 2.2.3. Метод сценариев

Несмотря на простоту метода анализа чувствительности, существуют ограничения в его применении. В общем случае риск проекта определяется следующими моментами:

1) чувствительностью проекта к изменению основных факторов риска;



2) взаимосвязью этих факторов и возможностью их совместного влияния на проект.

Метод анализа чувствительности рассматривает только первое условие.

*Сценарный анализ* – метод неформализованного описания риска проекта, включающий оценку чувствительности наиболее значимого показателя для данного проекта (например, *NPV*) к изменению ряда факторов, а также оценку возможности совместного действия факторов. В сценарном анализе особое внимание уделяется:

- наихудшему варианту реализации проекта, когда негативные факторы накладываются друг на друга и совместно влияют на значение *NPV* (низкий спрос, низкие продажные цены, высокие средние переменные издержки, рост инвестиционных затрат и т. п.);

- наилучшему варианту функционирования.

Также могут быть рассчитаны и другие сценарии (например, наиболее ожидаемый).

По сценарному анализу могут быть рассчитаны ожидаемое значение показателя (*NPV* и т. п.), стандартное отклонение и коэффициент вариации. Коэффициент вариации анализируемого проекта сравнивается с коэффициентами вариации проектов-аналогов. Если коэффициент вариации превышает коэффициент вариации проекта-аналога, то это свидетельствует о значительном риске. Кроме того, значение коэффициента вариации, превышающее 33 %, является основанием для отнесения проекта к проектам со значительным риском.

Но наряду с достоинствами сценарного анализа также существуют проблемы его применения. Так, для использования метода сценариев необходимо задавать вероятностное распределение по сценариям, что на практике представляет большую проблему.

Еще одним недостатком сценарного анализа является рассмотрение только нескольких возможных исходов по проекту (дискретное множество значений ключевых показателей), хотя в действительности число возможных исходов не ограничено. Развитием сценарного метода является имитационный метод.

Таким образом, к недостаткам метода сценарного анализа относятся: 1) произвольность выбора изменений в рамках сценария; 2) отсутствие механизма оценки вероятности реализации каждого из сценариев; 3) длительность обсчета всей совокупности сценариев; 4) возможность анализа только ограниченного числа сценариев.

Метод сценарного анализа в настоящий момент довольно популярен в силу его простоты. Но, несомненно, это не может являться решающим аргументом в его пользу.

Стоит отметить, что анализ чувствительности и сценарный подход являются последовательными шагами в развитии методов количественной оценки рисков. Кроме того, сценарный анализ позволяет избавиться от некоторых недостатков метода анализа чувствительности. Тем не менее метод сценариев наиболее эффективно можно применять, когда количество возможных значений выбранного ключевого показателя ( $NPV$  и т. д.) ограничено. Вместе с тем, как правило, при проведении анализа рисков проекта эксперт сталкивается с неограниченным количеством различных вариантов развития событий.

**Пример 2.5.** Используя метод сценариев, провести количественную оценку рисков проекта:

– *ожидаемый* – цена реализации товара в первый, второй и третий год составляет 100 руб., объем продаж за первый, второй и третий год соответственно 500, 1000 и 1200 шт. Инвестиции в проект были осуществлены до начала проекта и составили 80 тыс. руб. Переменные затраты в каждом периоде равны 50 % от объема продаж в стоимостном выражении. Постоянные затраты в каждом периоде составляют 10 тыс. руб. Ставка дисконта – 12 %;

– *наихудший* – цена реализации 99 руб., объем продаж (по трем годам) – 499, 899 и 999 шт. Первоначальные инвестиции – 81 тыс. руб. Ставка дисконта – 12,2 %. Переменные затраты – 50 % от входящих денежных потоков. Постоянные затраты (в каждом периоде) – 10,5 тыс. руб.;

– *наилучший*: цена реализации 101 руб., объем продаж (по трем годам) – 600, 1100 и 1200 шт. Первоначальные инвестиции – 79 тыс. руб. Ставка дисконта – 11,9 %. Переменные затраты – 50 % от входящих денежных потоков. Постоянные затраты (в каждом периоде) – 9 тыс. руб.

Учитывая, что вероятности реализации сценариев составляют 60, 20 и 20 % соответственно, определить среднее значение  $NPV$ , математическое ожидание, дисперсию, стандартное отклонение и коэффициент вариации. Сделать вывод относительно величины риска данного проекта.

*Решение:*

а) Определим чистую приведенную стоимость ( $NPV$ ) для каждого сценария (табл. 2.6–2.9).

Т а б л и ц а 2.6

**Расчет чистой приведенной стоимости ( $NPV$ ) ожидаемого сценария**

Наименование показателя	Период проекта				Итог
	0	1	2	3	
Цена товара, руб.		100	100	100	
Объем продаж, шт.		500	1000	1200	
Входящие денежные потоки ( $B_t$ ), руб.		50 000	100 000	120 000	270 000
Переменные затраты, $C_t^1$ (50 % от объема продаж – входящих денежных потоков), руб.		25 000	50 000	60 000	135 000
Постоянные затраты ( $C_t^2$ ), руб.		10 000	10 000	10 000	30 000
Денежный поток ( $CF_t = B_t - C_t^1 - C_t^2$ ), руб.		15 000	40 000	50 000	105 000
Коэффициент дисконтирования		0,892	0,797	0,712	–
Дисконтированные денежные потоки, руб.		13 380	31 880	35 600	80 860
Инвестиции, руб.	80 000				80 000
$NPV$ , руб.					860

Т а б л и ц а 2.7

**Расчет чистой приведенной стоимости ( $NPV$ ) наихудшего сценария**

Наименование показателя	Период проекта				Итого
	0	1	2	3	
Цена товара, руб.		99	99	99	
Объем продаж, шт.		499	899	999	
Входящие денежные потоки ( $B_t$ ), руб.		49 401	89 001	98 901	237 303
Переменные затраты, $C_t^1$ (50 % от объема продаж – входящих денежных потоков), руб.		24 700,5	44 500,5	49 450,5	118 651,5
Постоянные затраты ( $C_t^2$ ), руб.		10 500	10 500	10 500	31 500
Денежный поток ( $CF_t = B_t - C_t^1 - C_t^2$ ), руб.		14 200,5	34 000,5	38 950,5	87 151,5
Коэффициент дисконтирования		0,892	0,797	0,712	–
Дисконтированные денежные потоки, руб.		12 666,85	27 098,4	27 732,76	92 839,6
Инвестиции, руб.	79 000				79 000
$NPV$ , руб.					–13 502

Т а б л и ц а 2.8

**Расчет чистой приведенной стоимости ( $NPV$ ) наилучшего сценария**

Наименование показателя	Период проекта				Итого
	0	1	2	3	
Цена товара, руб.		101	101	101	
Объем продаж, шт.		600	1100	1200	

О к о н ч а н и е   т а б л . 2.8

Наименование показателя	Период проекта				Итог
	0	1	2	3	
Входящие денежные потоки ( $B_t$ ), руб.		60 600	111 100	121 200	292 900
Переменные затраты, $C_t^1$ (50 % от объема продаж – входящих денежных потоков), руб.		30 300	55 550	60 600	146 450
Постоянные затраты ( $C_t^2$ ), руб.		9000	9000	9000	27 000
Денежный поток ( $CF_t = B_t - C_t^1 - C_t^2$ ), руб.		21 300	46 550	51 600	119 450
Коэффициент дисконтирования		0,892	0,797	0,712	–
Дисконтированные денежные потоки, руб.		19 000	37 100,4	36 739,2	92 839,6
Инвестиции, руб.	81 000				81 000
$NPV$ , руб.					13 839,6

б) Определим показатели вариации.

Т а б л и ц а 2.9

**Определение показателей вариации**

Наименование показателя	$NPV$ , руб.	$p_i$	$(x_i - S)^2$	$(x_i - S)^2 \times p_i$
	860	0,6	76 441,19	45 864,71
	–13 502	0,2	198 401 874	39 680 375
	13 839,6	0,2	175 723 657	35 144 731

О к о н ч а н и е   т а б л . 2.9

Наименование показателя	$NPV_i$ , руб.	$p_i$	$(x_i - S)^2$	$(x_i - S)^2 \times p_i$
Математическое ожидание $S$ , руб.	$S = 860 \times 0,6 + (-13\,502) \times 0,2 + 13\,839,6 \times 0,2 = 583,52$			
Дисперсия, $D$	$D = 45\,864,71 + 39\,680\,375 + 35\,144\,731 = 74\,870\,971$			
Среднее квадратическое отклонение, $\sigma$	$\sigma = (74\,870\,971)^{1/2} = 8\,652,801$			
Коэффициент вариации, $c$	$c = 8652,801/583,52 = 14,8$ 1480 %			

Поскольку коэффициент вариации данного проекта значительно больше 33 %, риск проекта следует отнести к катастрофическим.

#### 2.2.4. Имитационное моделирование методом Монте-Карло

*Имитационная модель* — логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта.

К имитационному моделированию прибегают в следующих случаях. Во-первых, имитационное моделирование целесообразно провести тогда, когда дорого или невозможно осуществить эксперименты на реальном объекте. Во-вторых, имитационное моделирование проводится, когда невозможно построить аналитическую модель, например, если в системе есть случайные переменные. Еще одним случаем обращения к имитационной модели является необходимость симитировать поведение системы во времени.

Цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между ее элементами или, другими словами, в разработке симулятора (от англ. *simulation mo-*

*deling*) исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов.

Как уже отмечалось, имитационное моделирование позволяет имитировать поведение системы во времени. Основным плюсом здесь является возможность управления временем в модели. То есть мы можем замедлить время в случае быстропротекающих процессов. И наоборот, для моделирования систем с медленной изменчивостью мы можем ускорять время.

Наиболее распространенным в экономике методом в рамках имитационного моделирования является *метод Монте-Карло*. Год рождения метода – 1949-й, когда в свет вышла статья Н. К. Метрополиса и С. Улама «Метод Монте-Карло». Название метода происходит от названия города в княжестве Монако, широко известного своими казино, так как одним из самых известных генераторов случайных чисел является рулетка.

Имитационное моделирование по методу Монте-Карло (*Monte-Carlo Simulation*) позволяет построить математическую модель для проекта с неопределенными значениями параметров и, зная вероятностные распределения параметров проекта, а также связь между изменениями параметров (корреляцию), получить распределение доходности проекта.

Анализ рисков с использованием метода имитационного моделирования Монте-Карло представляет собой «воссоединение» методов анализа чувствительности и анализа сценариев на базе теории вероятностей. Результатом такого комплексного анализа выступает распределение вероятностей возможных результатов проекта (например, вероятность получения  $NPV < 0$ ).

Основным ограничением в применении метода Монте-Карло является наличие соответствующего программного обеспечения, позволяющего генерировать случайные величины. Одним из простых и доступных средств является MS Excel. Рассмотрим методику оценки риска проекта методом Монте-Карло в среде Excel на следующем примере.

Пример 2.6. Используя метод Монте-Карло, провести количественную оценку рисков проекта:

– *ожидаемый* – цена реализации товара в первый, второй и третий год составляет 100 руб. Объем продаж за первый, второй и третий год соответственно равен 500, 1000 и 1200 шт. Инвестиции в проект были осуществлены до начала проекта и составили 80 тыс. руб. Переменные затраты в каждом периоде равны 50 % от объема продаж в стоимостном выражении. Постоянные затраты в каждом периоде составляют 10 тыс. руб. Ставка дисконта – 12 %;

– *наихудший* – цена реализации 90 руб., объем продаж (по трем годам) – 480, 900 и 1000 шт. Первоначальные инвестиции – 81 тыс. руб. Ставка дисконта – 12,3 %. Переменные затраты – 50 % от входящих денежных потоков. Постоянные затраты (в каждом периоде) – 11 тыс. руб.;

– *наилучший* – цена реализации 110 руб., объем продаж (по трем годам) – 510, 1200 и 1500 шт. Первоначальные инвестиции – 70 тыс. руб. Ставка дисконта – 11,5 %. Переменные затраты – 50 % от входящих денежных потоков. Постоянные затраты (в каждом периоде) – 9 тыс. руб.

Учитывая, что вероятности реализации сценариев составляют 60, 20 и 20 % соответственно, определить среднее значение  $NPV$ , математическое ожидание, дисперсию, стандартное отклонение и коэффициент вариации. Сделать вывод относительно величины риска данного проекта.

*Решение.* Для решения задачи будем использовать MS Excel.

Этап 1. Прогнозная модель

Формулируем задачу. Определяем три сценария: оптимистический, пессимистический и ожидаемый.

Этап 2. Отбор переменных

Выбираем ключевые переменные, которые будут влиять на конечный результат ( $NPV$ ): 1) цена товара; 2) объемы продаж за три периода; 3) инвестиции; 4) ставка дисконта; 5) постоянные затраты.

Задаем их значения по трем сценариям и устанавливаем вероятность реализации этих сценариев.

Этап 3. Вероятностное распределение

По каждой ключевой переменной рассчитываем математическое ожидание ( $S$ ) и стандартное отклонение ( $\sigma$ ).

В качестве вероятностного распределения выбираем нормальное.



## Э т а п 4. Корреляция

Вычисляем значения зависимых переменных, которые коррелируют с ключевыми: входящие денежные потоки по трем периодам и переменные затраты по трем периодам.

## Э т а п 5. Имитационные прогнозы

Генерируем случайные числа с помощью соответствующей надстройки, находящейся в «Анализе данных» (рис. 2.2, 2.3).

Генерация случайных чисел

Число переменных: 1

Число случайных чисел: 500

Распределение: Нормальное

Параметры

Среднее = 1020

Стандартное отклонение = 97.98

Случайное рассевание:

Параметры вывода

☒ Выходной интервал: \$E\$14

☐ Новый рабочий лист:

☐ Новая рабочая книга

Рис. 2.2. Настройка генератора случайных чисел

Генерация случайных чисел

Число переменных: 1

Число случайных чисел: 500

Распределение: Нормальное

Параметры

Среднее = 1020

Стандартное отклонение = 97.98

Случайное рассевание:

Параметры вывода

☒ Выходной интервал: \$E\$14

☐ Новый рабочий лист:

☐ Новая рабочая книга

Рис. 2.3. Подготовка к проведению моделирования

## Э т а п 6. Статистический анализ результатов

На основании сгенерированных случайных чисел по ключевым показателям рассчитываем  $NPV$ . Далее проводим статистический анализ (с помощью надстройки «Гистограммы», пакет «Анализ данных») (рис. 2.4).

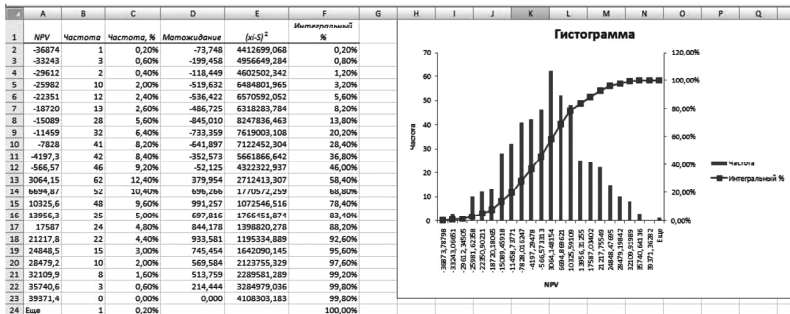


Рис. 2.4. Статистический анализ результатов в Excel

## Контрольные вопросы и задачи

1. Неопределенность как важнейшая характеристика проекта.
2. Существующие подходы к понятию «риск».
3. Основные признаки риска.
4. Классификации рисков.
5. Характеристика подходов к понятию «возможность».
6. Взаимосвязь рисков и возможностей.
7. Количественная оценка рисков с помощью показателей вариации (коэффициент корреляции).
8. Анализ чувствительности в риск-менеджменте.
9. Оценка рисков методом сценариев.
10. Оценка рисков методом имитационного моделирования Монте-Карло.

**З а д а ч а 2.1.** Определить изменение показателей эффективности проекта (чистая приведенная стоимость  $NPV$ , внутренняя норма доходности  $IRR$ , срок окупаемости  $PB$ ) в зависимости от из-

менения цены реализации товара на 10, 20, 30 % (как в большую, так и в меньшую сторону). Цена реализации товара (базовый вариант) в первый, второй и третий год составляет 100 руб. Объем продаж за первый, второй и третий год соответственно равен 500, 1000 и 1200 шт. Инвестиции в проект были осуществлены до начала проекта и составили 80 тыс. руб. Переменные затраты в каждом периоде равны 50 % от объема продаж в стоимостном выражении. Постоянные затраты в каждом периоде составляют 10 тыс. руб. Ставка дисконта – 12 %.

**З а д а ч а 2.2.** Определить изменение показателей эффективности проекта (чистая приведенная стоимость  $NPV$ , внутренняя норма доходности  $IRR$ , срок окупаемости  $PB$ ) в зависимости от изменения постоянных затрат на 10, 20, 30 % (как в большую, так и в меньшую сторону). Цена реализации товара в первый, второй и третий год составляет 100 руб. Объем продаж за первый, второй и третий год соответственно равны 500, 1000 и 1200 шт. Инвестиции в проект были осуществлены до начала проекта и составили 80 тыс. руб. Переменные затраты в каждом периоде равны 50 % от объема продаж в стоимостном выражении. Постоянные затраты в каждом периоде (базовый вариант) составляют 10 тыс. руб. Ставка дисконта – 12 %.

**З а д а ч а 2.3.** Определить изменение показателей эффективности проекта (чистая приведенная стоимость  $NPV$ , внутренняя норма доходности  $IRR$ , срок окупаемости  $PB$ ) в зависимости от изменения ставки дисконта на 10, 20, 30 % (как в большую, так и в меньшую сторону). Цена реализации товара в первый, второй и третий год составляет 100 руб. Объем продаж за первый, второй и третий год соответственно равен 500, 1000 и 1200 шт. Инвестиции в проект были осуществлены до начала проекта и составили 80 тыс. руб. Переменные затраты в каждом периоде равны 50 % от объема продаж в стоимостном выражении. Постоянные затраты в каждом периоде составляют 10 тыс. руб. Ставка дисконта (базовое значение) – 12 %.

**З а д а ч а 2.4.** Определить изменение показателей эффективности проекта (чистая приведенная стоимость  $NPV$ , внутренняя

норма доходности  $IRR$ , срок окупаемости  $PB$ ) в зависимости от изменения первоначальных инвестиций на 10, 20, 30 % (как в большую, так и в меньшую сторону). Цена реализации товара в первый, второй и третий год составляет 100 руб. Объем продаж за первый, второй и третий год соответственно равен 500, 1000 и 1200 шт. Инвестиции в проект были осуществлены до начала проекта и составили (базовое значение) 80 тыс. руб. Переменные затраты в каждом периоде равны 50 % от объема продаж в стоимостном выражении. Постоянные затраты в каждом периоде составляют 10 тыс. руб. Ставка дисконта – 12 %.

**Задача 2.5.** Воспользовавшись результатами решения задач 1–4, построить график зависимости  $NPV$  от изменения цены реализации, постоянных затрат, ставки дисконтирования и инвестиций. Исходя из полученной диаграммы, определить основные аспекты управления рисками данного проекта.

**Задача 2.6.** Используя методы сценариев, рассчитать  $NPV$  по трем сценариям:

- *оптимальный* – исходные данные для оптимального варианта – см. пример 2.5 (базовое значение);

- *наихудший* – цена реализации 99 руб., объем продаж (по трем годам) – 499, 899, 999 шт. Первоначальные инвестиции – 81 тыс. руб. Ставка дисконта – 12,2 %. Переменные затраты – 50 % от входящих денежных потоков. Постоянные затраты (в каждом периоде) – 10,5 тыс. руб.;

- *наилучший* – цена реализации 101 руб., объем продаж (по трем годам) – 600, 1100, 1200 шт. Первоначальные инвестиции – 79 тыс. руб. Ставка дисконта – 11,9 %. Переменные затраты – 50 % от входящих денежных потоков. Постоянные затраты (в каждом периоде) – 9 тыс. руб.

Учитывая, что вероятности реализации сценариев составляют 60, 20 и 20 % соответственно, определить среднее значение  $NPV$ , математическое ожидание, дисперсию, стандартное отклонение и коэффициент вариации.

З а д а ч а 2.7. Используя метод имитационного моделирования Монте-Карло, определить риск проекта, если известно следующее:

– инвестиции до начала проекта – 10 тыс. руб. (ожидаемый вариант). В случае неблагоприятной ситуации первоначальные инвестиции могут составить 20 тыс. руб. (вероятность 10 %). В случае благоприятного исхода первоначальные инвестиции могут составить 9 тыс. руб. (вероятность 5 %);

– инвестиции в первом году – 50 тыс. (ожидаемый вариант): пессимистический вариант – 60 тыс. руб. (20 %), оптимистический – 30 %;

– выручка от реализации в первом году – 100 тыс. руб.: пессимистический вариант – 80 тыс. руб. (10 %), оптимистический – 120 тыс. руб. (20 %);

– выручка от реализации во втором году – 300 тыс. руб.: пессимистический вариант – 200 тыс. руб. (10 %), оптимистический – 350 тыс. руб. (15 %);

– затраты в первом году – 40 тыс. руб.: пессимистический вариант – 50 тыс. руб. (5 %), оптимистический – 30 тыс. руб. (5 %);

– ставка дисконтирования – 12 %. Предполагается, что она изменяться не будет.

а) Определить математическое ожидание, стандартное отклонение и коэффициент вариации всех ключевых переменных показателей.

б) Определить  $NPV$  для каждого сценария.

в) Определить  $NPV$  после генерирования случайных чисел.

г) Построить дифференциальную и интегральную кривые  $NPV$  по результатам моделирования методом Монте-Карло.

### **3. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РИСКОВ**

#### **3.1. Проблемы применения традиционного вероятностного подхода к оценке рисков**

Проблема выбора является одной из ключевых проблем управления проектами, в особенности инновационными. И чем выше уровень управления, на котором происходит процесс принятия решений, тем чаще решаемым задачам присущи обобщенный взгляд, отсутствие деталей, тем чаще решаемые задачи принадлежат к сфере подготовки решений качественного характера.

Процесс принятия управленческих решений всегда осуществляется в условиях неполной информации. Особенно это характерно для вопросов, относящихся к инновациям. Возникающие вопросы и задачи не могут быть полностью формализованы. Поэтому эффективность классических методов анализа и возможности традиционного математического аппарата для решения реальных проблем в отношении сложных и плохо формализованных задач весьма ограничены.

Традиционные методы моделирования управленческих задач используют, как правило, вероятностную неопределенность. Однако в большинстве случаев решаемые проблемы связаны с возможностью появления каких-либо неповторяющихся событий и не могут рассматриваться с точки зрения вероятностного подхода. Кроме того, классический вероятностный подход не позволяет оперировать с качественной информацией.

Итак, в случае решения управленческих задач, в том числе и связанных с моделированием инновационных процессов, класси-

ческие средства количественного анализа не могут быть применены. В связи с этим в последнее время широкое развитие получила *теория нечетких множеств*, которая также часто называется *теорией возможностей* или *нечеткой логикой*. Данная теория предоставляет средства для обработки качественных вербальных утверждений.

### 3.2. Нечетко-множественный подход

Основополагающая работа, с которой начинается существование теории нечетких множеств, была опубликована профессором Калифорнийского университета Лотфи Заде в 1965 г. В настоящий момент теория нечетких множеств динамично развивается. Созданы основополагающие принципы нечеткой логики, разработан математический аппарат исследований, значительно растет число прикладных исследований в самых различных областях: точных науках, производственных системах, менеджменте, медицине и т. д. Кроме того, основы теории нечетких множеств преподаются в различных зарубежных университетах. У нас же с теорией нечетких множеств, как правило, знакомят студентов лишь математических специальностей.

#### 3.2.1. Понятие нечеткого множества

В традиционном смысле множество определяется своими элементами. Принадлежность любого элемента  $x$  из универсального множества  $X$  множеству  $A$  может быть представлена двумя значениями: 0 – не принадлежит или 1 – принадлежит.

Утверждение о том, что элемент  $x$  является или не является элементом множества  $A$ , можно выразить с помощью *функции принадлежности*  $\mu_A(x)$ , часто называемой в математической литературе *характеристической функцией* множества  $A$ :

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A, \\ 0, & x \notin A. \end{cases} \quad (3.1)$$

Например, пусть мы имеем набор всех положительных целых чисел  $X = \{1, 2, 3, 4, 5, \dots\}$  и множество  $A$  четных чисел из  $X$ , меньших 6. Тогда множество  $A$  можно записать как  $\{2, 4\}$ , а соответствующие значения функций принадлежности  $\mu_A(x=1)=0$ ;  $\mu_A(x=2)=1$ ;  $\mu_A(x=3)=0$ ;  $\mu_A(x=4)=1$ ;  $\mu_A(x=5)=0$ ;  $\mu_A(x=6)=0$ ;  $\mu_A(x=n)=0$ , если  $n > 4$ .

В этом случае определение принадлежности любого элемента из множества  $X$  множеству  $A$  не вызывает затруднений. Однако в реальной жизни такая двузначность («принадлежит – не принадлежит») зачастую весьма проблематична и не соответствует действительности.

Учитывая, что может и не быть резкой границы между элементами, входящими и не входящими в какое-либо множество, мы часто не можем дать четкий ответ на вопрос о значениях функции принадлежности в рамках традиционной формальной логики, например множество молодых людей. С какого возраста мы относим людей к молодым? Аналогичная ситуация прослеживается и в инновационных проектах, например множество прорывных инноваций.

Выход из этой ситуации, предложенный Заде, состоит в том, чтобы расширить двузначную булеву логику и говорить о том, что элемент может принадлежать множеству с большей или меньшей степенью достоверности. Тогда функция принадлежности принимает не только два значения 0 или 1, но и любое промежуточное значение  $0 \leq \mu_A(x) \leq 1$ .

Рассмотрим множество молодых людей. Можно рассмотреть следующую функцию принадлежности (рис. 3.1).

В данном случае можно сказать, что 16-летний человек относится к множеству молодых людей со степенью принадлежности 1; 32-летний – со степенью принадлежности 0,6; 35-летний – со степенью принадлежности 0.

Итак, функции принадлежности отражают количественно степень точности нашего знания или представления о сложном понятии. Понятие «молодые люди» по своему содержательному смыслу являются нечеткими, размытыми, не имеющими однозначной границы.



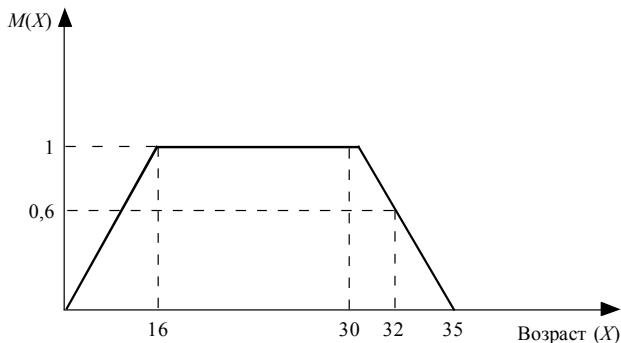


Рис. 3.1. Множество молодых людей – функция принадлежности

Существует значительное количество причин и источников появления нечеткости: размытость содержательного смысла понятий, неточность исходной информации, неточность измерения, нечеткие представления о степени предпочтения или полезности того или иного свойства и т. д.

Таким образом, *нечеткое множество* можно определить как *класс объектов, в котором может не быть резкой границы между объектами, входящими и не входящими в этот класс*.

Но, несмотря на размытость границ нечеткого множества  $A$ , оно может быть точно определено сопоставлением каждому его элементу  $x$  числа, лежащего между 0 и 1, которое представляет его принадлежность к нечеткому множеству  $A$ .

Формальное определение нечеткого множества выглядит следующим образом. Пусть  $X$  – универсальное множество (конечное или бесконечное) и  $x$  – элемент универсального множества  $X$ . Нечетким множеством  $A$  на множестве  $X$  называется совокупность пар вида  $(x, \mu_A(x))$ , где  $x \in X$  и функция принадлежности  $x$  нечеткому множеству  $A$  принимает значения от 0 до 1:  $0 \leq \mu_A(x) \leq 1$ . Значение функции принадлежности  $\mu_A(x)$  для конкретного элемента  $x$  называется степенью (уровнем) принадлежности этого элемента нечеткому множеству  $A$ .

### 3.2.2. Функция принадлежности нечетких множеств

В теории нечетких множеств функция принадлежности играет ключевую роль, так как это основная характеристика нечеткого объекта, а все действия с нечеткими объектами производятся через операции с их функциями принадлежности. Таким образом, определение функции принадлежности – это первая и очень важная стадия, позволяющая затем оперировать с нечеткими объектами.

Итак, вопрос состоит в том, как определить степень принадлежности в каждом конкретном случае. Построение функции принадлежности носит субъективный характер. Например, функция принадлежности нечеткого множества молодых людей может быть представлена самыми различными способами.

Функция принадлежности является основным понятием теории нечетких множеств. Но вместе с тем, в силу своей субъективности, она является главным объектом для критики этой теории, поскольку построение функции принадлежности зачастую носит субъективный характер, а ее форма может быть представлена различными способами. Функция принадлежности является гипотезой, отражающей субъективную оценку, восприятие эксперта. Однако с ее помощью исследователь получает возможность использования аппарата, позволяющего производить анализ и оценку существующих альтернатив.

Числовое представление функции принадлежности для нечетких множеств можно разделить на два этапа. Для первого этапа необходимо указать носитель нечеткого множества, т. е. область, для которой можно однозначно сказать, что принадлежащие ей объекты обладают в какой-то степени свойством, определяющим данное нечеткое множество. Обычно этот этап не вызывает затруднений. Например, для нечеткого множества пожилых людей не стоит рассматривать возраст ниже 20 лет, так как вряд ли кто-либо назовет 19-летнего пожилым, и выше 160 лет, так как неизвестны примеры большего долголетия.

Второй этап носит субъективный характер и допускает различные представления. Он заключается в определении формы функции принадлежности, которая может быть по-разному интерпрети-

рована различными экспертами. Причем к этой проблеме можно подойти с различных точек зрения. В некоторых случаях можно считать, что для рассматриваемой проблемы каждый специалист вправе работать с наиболее предпочтительной для него функцией принадлежности. В других случаях, например для технических систем, необходимо определить форму функции принадлежности как можно более объективно. В этом случае целесообразно проделать следующее. Имея представления нескольких экспертов, можно получить функцию принадлежности, используя известные методы статистической обработки. Это как раз та ситуация, когда нечеткость дополняется статистикой, не вступая с ней в противоречие.

### **3.3. Потенциал проекта как критерий целесообразности выполнения проекта**

Современные методологии, затрагивающие разработку бизнес-планов, проведение предпроектного анализа и тому подобные мероприятия, включают оценку экономической эффективности проекта. Эта оценка является критерием целесообразности выполнения того или иного проекта.

Однако существует значительное количество проектов, которые оценить с помощью классических методик практически невозможно. К ним относятся различные социальные проекты, проекты организационного развития и т. д. Таким образом, процесс принятия решения о целесообразности/нецелесообразности того или иного проекта осуществляется «с закрытыми глазами». В данном случае велика роль субъективности; выбор целиком и полностью зависит от личных предпочтений и ощущений лица, принимающего решение.

Выходом из сложившейся ситуации может послужить альтернативный подход к оценке целесообразности выполнения проектов, основанный на сопоставлении возможностей и рисков проекта. В данном случае в качестве критерия отбора выступает *потенциал проекта*, положительное значение которого свидетельствует

о целесообразности его выполнения. Отрицательное значение потенциала проекта дает повод провести дополнительный проектный анализ, по результатам которого принимается окончательное решение о старте/продолжении или закрытии проекта.

### **3.3.1. Характеристика основных этапов определения потенциала проекта**

Рассмотрим основные этапы определения потенциала проекта (рис. 3.2).

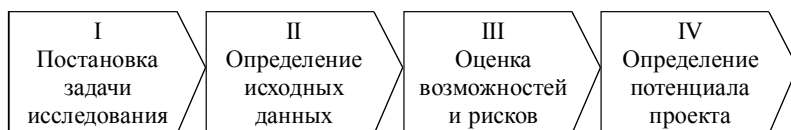


Рис. 3.2. Этапы определения потенциала проекта

По результатам оценки возможностей и рисков определяется потенциал проекта путем сопоставления возможностей и рисков. Если возможности перевешивают риски, то потенциал положительный и за данный проект следует браться. Если потенциал отрицательный, то здесь возможен следующий исход: 1) либо стоит продумать ряд дополнительных мероприятий, чтобы минимизировать риски; 2) либо за этот проект не следует браться, поскольку он неперспективный; 3) возможно, что мы не все возможности увидели – может быть, стоит подумать о включении ряда других возможностей для рассмотрения.

Но для того чтобы начать сопоставлять риски с возможностями, необходимо их оценить – получить количественное значение как рисков, так и возможностей.

Рассмотрим технологию получения количественных значений рисков и возможностей, если показатели выражены не только в количественной, но и в качественной форме. Эта технология базируется на нечетко-множественном подходе.

### 3.3.2. Этап 1. Постановка задачи исследования

Основной целью данного этапа является определение значимых параметров проекта.

По своей сути этап постановки задачи исследования – это логическое моделирование инновационного процесса.

Этап постановки задачи исследования включает в себя определение таких необходимых для оценки параметров, как 1) иерархия управления проектом, 2) цели проекта для каждого иерархического уровня, 3) жизненный цикл проекта, 4) состав рабочей группы, 5) основные требования и ограничения проекта.

В ходе оценки возможностей и рисков, на основе сопоставления которых принимается решение, рекомендуется оперировать четырехуровневой системой показателей (рис. 3.3, табл. 3.1).

### 3.3.3. Этап 2. Определение исходных данных

Основной целью данного этапа является выявление и описание данных, необходимых для дальнейших расчетов. По своей сути это этап качественного анализа проекта с элементами количественного анализа.

Но перед тем как приступить к характеристике данного этапа, рассмотрим формальную модель показателей неопределенности проекта (риски и возможности). Ее предлагается представить следующим образом<sup>65</sup>:

$$I = \langle G, L, \Phi \rangle, \quad (3.2)$$

где  $I$  – показатель неопределенности проекта;  $G$  – иерархия факторов рисков (возможностей) проекта;  $L$  – набор качественных оценок уровней каждого фактора в иерархии факторов риска (возможностей);  $\Phi$  – система отношений предпочтения одних факторов другим для одного уровня иерархии факторов.

---

<sup>65</sup> См.: Недосекин А. О., Максимов О. Б. Анализ риска банкротства предприятия с применением нечетких множеств // Вопросы анализа риска. 1999. № 2–3.

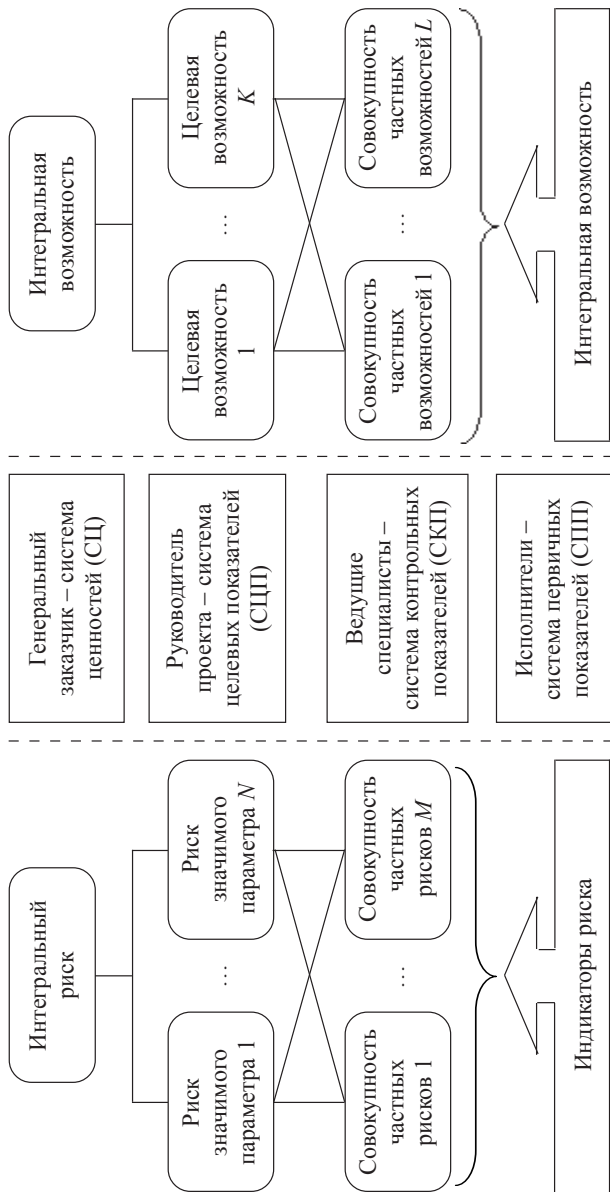


Рис. 3.3. Классификация факторов рисков и возможностей проекта

Т а б л и ц а 3.1

**Взаимосвязь иерархии управления проектом и систем показателей**

Уровень иерархии	Система показателей	Соответствующие возможности	Соответствующие риски
Уровень генерального заказчика проекта	Система ценностей проекта (СЦ)	Интегральная возможность, $A^0$	Интегральный риск, $R^0$
Уровень руководителя проекта (ответственного за выполнение проекта)	Система целевых показателей (СЦП)	Целевая возможность, $A^I_i$	Целевой риск, $R^I_j$
Уровень ведущих специалистов проекта	Система контрольных показателей (СКП)	Частная возможность, $A^{II}_i$	Частный риск, $R^{II}_j$
Уровень исполнителей проекта	Система первичных показателей (СПП)	Индикаторы возможностей, $A^{III}_i$	Индикаторы риска, $R^{III}_j$

Первоначально рассмотрим набор качественных оценок, т. е. аспект  $L$  показателя неопределенности проекта.

Значения факторов риска и возможностей могут иметь как количественные, так и качественные значения; в том случае когда значение параметра не поддается оцифровке, он может иметь лингвистические значения «много», «мало», «высокий», «низкий» и т. д.

Для проведения комплексной оценки качественных и количественных значений факторов риска (возможностей) необходимо провести лингвистическое распознавание факторов (лингвистическую оценку уровня параметров) и построить соответствующие классификаторы.

Поэтому первым шагом этапа 2 «Определение исходных данных» является шаг 2.1 «Значения лингвистических переменных».

**Шаг 2.1. Значения лингвистических переменных**

Использование методики оценки возможностей и рисков с применением нечетко-множественного подхода предполагает определение лингвистических переменных и их значений.

Понятие «лингвистическая переменная» занимает особое место в теории нечетких множеств и играет основную роль при решении задач, в которых доминирующими факторами являются неточность и неполная достоверность.

Итак, *лингвистической переменной называется переменная, значениями которой являются не числа, а слова или предложения естественного языка.*

Так как слова являются менее точными, чем числа, концепция лингвистической переменной обеспечивает приближенное описание явлений, которые являются слишком сложными или слишком неточными, чтобы быть описанными в обычных количественных терминах.

Например, простая переменная «бюджет проекта» может принимать числовые значения 150, 200, 300, 500 единиц, а лингвистическая переменная «бюджет проекта» принимает значения «очень низкий», «низкий», «средний», «высокий».

Лингвистическими переменными также можно описать сложно- или плохоформализуемые явления, которые нельзя описать количественно. Например, переменная «степень глубины вносимых в продукт изменений» может принимать значения «незначительные изменения», «значительные изменения», «существенные изменения», «глобальные изменения».

Лингвистическая переменная имеет свое терм-множество, т. е. множество названий лингвистической переменной.

Например, лингвистическая переменная «квалификация персонала» может иметь следующее терм-множество значений: «очень низкая», «низкая», «средняя», «высокая», «очень высокая».

Преобразование лингвистической переменной в нечеткие множества осуществляется с помощью базовой переменной и функции совместимости (функции принадлежности).

Если мы имеем дело с переменной, которая имеет лишь качественное описание, то здесь вполне удобно оперировать треугольными функциями принадлежности.



Пример 3.1. Пусть существует лингвистическая переменная « $L$  = качество инновационного продукта». Тогда ее терм-множество можно записать следующим образом:

$$T(L) = \{\text{плохое, удовлетворительное, хорошее, отличное}\}. \quad (3.3)$$

Обычное универсальное множество  $X$ , отражающее значения подобных лингвистических переменных, представляется интервалом  $[0, 1]$ . Лингвистические оценки субъективны и приблизительны. Поэтому для их описания вполне подходят треугольные функции принадлежности. Функции совместимости значений «плохое», «хорошее», «удовлетворительное», «отличное» можно представить графически (рис. 3.4).

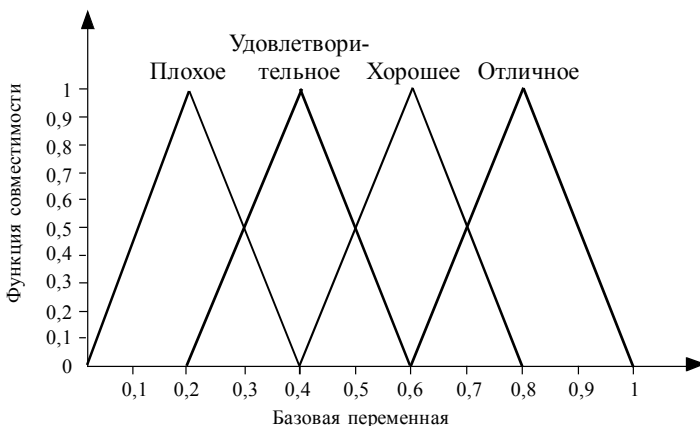


Рис. 3.4. Функции совместимости значений плохое, хорошее, удовлетворительное, отличное<sup>66</sup>

Также упрощенно функции совместимости значений можно записать как наборы упорядоченных пар базовой переменной и значения функции совместимости:

$$M(\text{плохое}) = \{(0,1; 0,5), (0,2; 1), (0,3; 0,5)\} \quad (3.4)$$

$$M(\text{удовлетворительное}) = \{(0,3; 0,5), (0,4; 1), (0,5; 0,5)\} \quad (3.5)$$

<sup>66</sup> См.: Птускин А. С. Нечеткие модели и методы в менеджменте : учеб. пособие. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008.

$$M(\text{хорошее}) = \{(0,5; 0,5), (0,6; 1), (0,7; 0,5)\} \quad (3.6)$$

$$M(\text{отличное}) = \{(0,7; 0,5), (0,8; 1), (0,9; 0,5)\} \quad (3.7)$$

Структура лингвистической переменной «*качество инновационного продукта*» можно представить и в табличной форме (табл. 3.2).

Т а б л и ц а 3.2

**Структура лингвистической переменной  
«качество инновационного продукта»**

Лингвистическая переменная «качество инновационного продукта»											
Значение лингвистической переменной	Значение базовой переменной										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	Функции совместимости										
Плохое	0,0	0,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Удовлетворительное	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Хорошее	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0
Отличное	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,5	0,0

Функции совместимости (функции принадлежности), помимо треугольных, также бывают трапециевидными (рис. 3.5).

Если мы имеем дело с переменной, которая выражена количественно, но хотим интерпретировать это количественное значение в качественное словесное описание, то здесь функции принадлежности могут принимать самый различный вид: треугольный, трапециевидный и т. д. Форма кривой может быть определена экспертным путем.

Возвращаясь к формальной модели показателей неопределенности проекта (риски и возможности)  $I = \langle G, L, \Phi \rangle$ , в ходе выполнения шага 2.1 определяется  $L$ , т. е. набор качественных оценок уровней каждого фактора в иерархии факторов риска (возможностей).

Пусть в ходе нашего анализа предполагается использовать такие лингвистические переменные, как «уровень показателя фактора риска (возможности)», «риск», «возможности», «потенциал проекта».

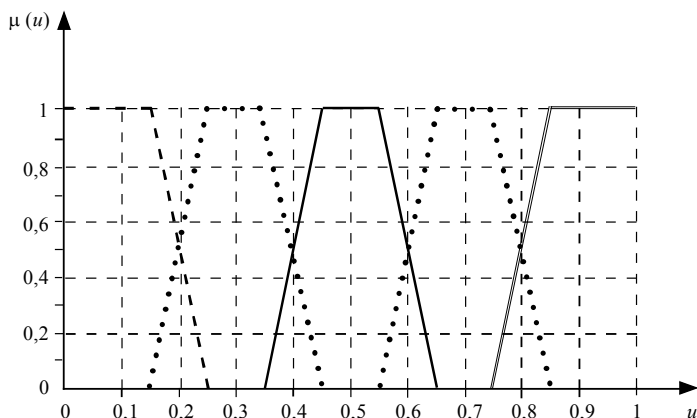


Рис. 3.5. Система трапецевидных функций принадлежности на 01-носителе<sup>67</sup>

Для лингвистической переменной  $L_{ij}^{\lambda}$  «уровень показателя фактора риска (возможности)» определены следующие значения:

$L_{i1}^{\lambda}$  – нечеткое подмножество «Очень низкий уровень показателя  $F_i^{\lambda}$ »;

$L_{i2}^{\lambda}$  – нечеткое подмножество «Низкий уровень показателя  $F_i^{\lambda}$ »;

$L_{i3}^{\lambda}$  – нечеткое подмножество «Средний уровень показателя  $F_i^{\lambda}$ »;

$L_{i4}^{\lambda}$  – нечеткое подмножество «Высокий уровень показателя  $F_i^{\lambda}$ »;

$L_{i5}^{\lambda}$  – нечеткое подмножество «Очень высокий уровень показателя  $F_i^{\lambda}$ »;

где  $L$  – уровень оцениваемого конкретного показателя;  $\lambda$  – номер уровня иерархии (чем больше значение уровня, тем ниже уровень иерархии; самый высший иерархический уровень имеет значение  $\lambda$ , равное нулю);  $i$  – порядковый номер показателя на конкретном иерархическом уровне;  $j$  – порядковый номер значения лингвистической переменной для данного показателя.

<sup>67</sup> См.: Недосекин А. О., Максимов О. Б. Анализ риска банкротства предприятия с применением нечетких множеств.

Пусть существует следующий набор из пяти значений для лингвистической переменной  $R_{ij}^\lambda$  «риск», где  $R$  – уровень риска оцениваемого объекта (конкретного показателя, проекта);  $\lambda$  – номер уровня иерархии (чем больше значение уровня, тем ниже уровень иерархии; самый высший иерархический уровень имеет значение  $\lambda$ , равное нулю);  $i$  – порядковый номер показателя на конкретном иерархическом уровне;  $j$  – порядковый номер значения лингвистической переменной для данного показателя.

Определены следующие значения для лингвистической переменной «риск»  $R_{ij}^\lambda$ :

$R_{i1}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Риск проекта незначителен»;

$R_{i2}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Низкая степень риска»;

$R_{i3}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Средняя степень риска»;

$R_{i4}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Высокая степень риска»;

$R_{i5}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Катастрофический риск».

Аналогичным образом задана классификация значений лингвистической переменной  $A_{ij}^\lambda$  «возможности»:

$A_{i1}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Минимальные возможности проекта»;

$A_{i2}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Низкие возможности проекта»;

$A_{i3}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Средние возможности проекта»;

$A_{i4}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Значительные возможности проекта»;

$A_{i5}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Очень большие возможности проекта».

Лингвистическая переменная  $P_{ij}^\lambda$  «потенциал проекта» характеризуется набором значений:

$P_{i1}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Очень низкий потенциал проекта»;

$P_{i2}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Низкий потенциал проекта»;

$P_{i3}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Средний потенциал проекта»;

$P_{i4}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Высокий потенциал проекта»;

$P_{is}^\lambda$  – нечеткое подмножество «Очень высокий потенциал проекта».

### Шаг 2.2. Определение набора иерархических систем показателей

Вернемся к формальной модели показателей неопределенности проекта (риски и возможности)  $I = \langle G, L, \Phi \rangle$ . Рассмотрев элемент  $L$ , теперь остановимся на элементе  $G$ , который указывает на то, что нам необходимо учесть иерархию факторов рисков и возможностей.

Описать иерархию факторов риска проекта  $G$  можно с помощью теории графов.

*Граф* – совокупность точек (вершин), соединенных между собой линиями. Линии, соединяющие вершины, называются *дугами* (если задано направление от одной вершины к другой) или *ребрами* (если направленность двусторонняя, т. е. направления равноправны). Направление дуги графа схематично обозначают стрелкой. Ребро графа изображается с помощью линии.

Вершины и ребра графа могут характеризоваться некоторыми числовыми величинами. Например, может быть известна длина ребра или «стоимость прохождения» по нему. Такие характеристики называют *весом*, а граф называется взвешенным.

Итак, применительно к риску или возможности проекта иерархия  $G$  может быть описана графом

$$G = \langle \{F_i\}, \{V_{ij}\}, \{C_{ij}\} \rangle, \quad (3.8)$$

где  $\{F_i\}$  – множество *вершин графа* (факторы);  $\{V_{ij}\}$  – множество *ребер* (связи вершин графа);  $\{C_{ij}\}$  – множество *весов ребер* графа. При этом  $F^0$  – *корневая вершина*, отвечающая интегральному (совокупному) риску или возможности проекта.

Для оценки возможностей и рисков предлагается ввести набор отдельных факторов риска  $F^\lambda = \{F_i^\lambda\}$  для каждого уровня иерархии ( $\lambda$  – уровень иерархии показателей) (рис. 3.6).

К высшему (нулевому) уровню иерархии систем показателей (СЦ) для оценки состояния проекта относятся интегральная возможность  $A^0$  и интегральный риск  $R^0$ .

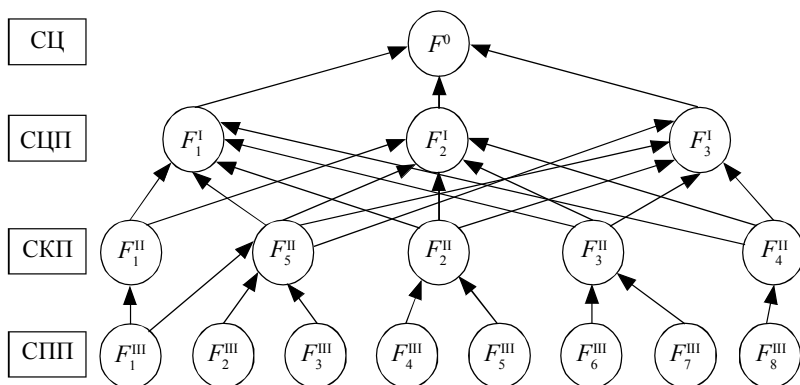


Рис. 3.6. Сетевая иерархия  $F$

Путем декомпозиции показателей высшего иерархического уровня определяются *показатели первого уровня*, составляющие систему целевых показателей проекта (СЦП).

Для определения целевых показателей можно использовать концепцию тройного ограничения «Результат – Время – Стоимость».

Поэтому со стороны рисков можно выделить такие целевые показатели, как 1) риск недостижения результата проекта; 2) риск срыва сроков проекта; 3) риск превышения бюджета проекта.

В свою очередь, интегральная возможность раскладывается на 1) возможность получения функциональных преимуществ; 2) возможность использования полученных функциональных преимуществ продолжительное время; 3) возможность получения экономических выгод от использования функциональных преимуществ.

Показатели *второго уровня иерархии* (система контрольных показателей, СКП) представляют собой совокупность значимых показателей, отражающих специфику анализируемого инновационного процесса. Тем не менее при разработке показателей второго уровня иерархии следует учесть факторы, отражающие различные сферы (области знаний) инновационного проекта: управление областью охвата проекта, управление сроками, управление бюджетом, управление человеческими ресурсами и т. д.

Показатели *третьего иерархического уровня* образованы системой первичных показателей (СПП), на основании которых формируются значения СКП, например, фактический процент завершения выполнения какой-либо работы проекта, фактическая трудоемкость выполнения какой-либо работы проекта, степень сопротивления изменениям со стороны какого-либо участника проекта и т. д.

### Шаг 2.3. Определение приоритетов показателей

Различные показатели возможностей и рисков имеют различную значимость. Поэтому каждому показателю на основе существующих требований и ограничений, а также с учетом условий и ситуации выставляется соответствующий приоритет, т. е. определяется, какой фактор мы предпочитаем другому, а какие факторы для нас примерно равнозначны.

Вновь обратимся к формальной модели показателей неопределенности проекта (риски и возможности):  $I = \langle G, L, \Phi \rangle$ . Рассмотрев элементы  $G$  и  $L$ , остановимся на элементе  $\Phi$ , отражающем систему отношений предпочтения одних факторов другим для одного уровня иерархии факторов (рис. 3.7). Систему отношений предпочтения  $\Phi$  предлагается описывать выражением

$$\Phi = F_i(\varphi)F_j \quad (3.9)$$

где  $\varphi \in (>, \approx)$ ; «>» – отношение предпочтения; «≈» – отношение безразличия.

Рисовать сетевую иерархию в реальных случаях, где мы имеем дело со значительным количеством факторов, неудобно. Поэтому результаты анализа фиксируются в таблице.

Помимо приоритетов показателей в рамках одного уровня иерархии также расставляются приоритеты, отражающие степень вклада показателя более низкого уровня иерархии в показатель более высокого уровня иерархии. Это связано с тем, что на практике, в ходе оценки ряда факторов риска инновационных проектов, сложно выделить однозначное соответствие фактора более низкого иерархического уровня факторам, стоящим на более высокой иерархической ступени. Например, в случае оценки риска срыва

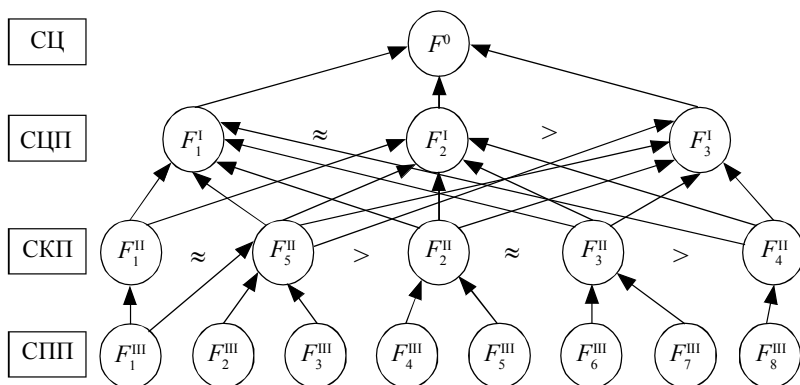


Рис. 3.7. Сетевая иерархия  $F$  с наложенной на нее системой предпочтений  $\Phi$

сроков и риска превышения бюджета сложно установить однозначное соответствие таких факторов риска, как «опыт персонала» и «ясность в определении цели проекта», вышеназванным рискам: опыт персонала оказывает то или иное влияние как на сроки, так и на бюджет проекта. Аналогичная ситуация складывается и с фактором «однозначность в определении цели проекта». Тем не менее в условиях какой-либо конкретной ситуации можно сказать, что недостаточный опыт персонала больше влияет на риск срыва сроков, чем на риск превышения бюджета проекта. В данном случае вес дуги «Опыт персонала – Срыв сроков» будет больше, чем вес дуги «Опыт персонала – Превышение бюджета».

Таким образом, в ходе моделирования факторов возможностей и рисков проекта зачастую приходится сталкиваться с сетевой топологией. *Сеть* – это *связанный ориентированный граф*, в котором можно выделить две вершины: источник  $s$  и сток  $t$ . Из источника дуги могут только выходить, а в сток – только входить. Каждой дуге  $V_{ij}$  можно поставить в соответствие вес дуги  $C_{ij}$ .

Итак, по результатам выполнения данного шага «Определение приоритетов показателей» формируется соответствующая таблица (табл. 3.3).



Т а б л и ц а 3.3

**Приоритеты показателей, относящихся к СКП,  
и их вклады в целевые показатели**

Показатель, $A_i^u/R_i^u$	Приоритет, $Pr_i^{pr}$	Вклад (приоритет) $A_i^u(R_i^u)$ в $A_1^1(R_1^1)$ – результат	Вклад (приоритет) $A_i^u(R_i^u)$ в $A_2^1(R_2^1)$ – сроки	Вклад (приоритет) $A_i^u(R_i^u)$ в $A_3^1(R_3^1)$ – бюджет
$A_1^u$	1	2	3	1
$A_2^u$	1	2	1	1
$A_3^u$	2	1	2	1
$A_4^u$	2	1	2	2
$A_5^u$	2	1	2	2
$A_6^u$	3	1	2	2
$A_7^u$	2	2	1	1
$R_1^u$	1	1	1	2
$R_2^u$	2	1	1	1
$R_3^u$	2	2	1	2

#### Шаг 2.4. Определение весов показателей

После идентификации (уточнения) приоритетов показателей возможностей и рисков осуществляется определение весов показателей. Для определения весов показателей, особенно в случае их большого количества, целесообразно использовать *методику Фишберна*<sup>68, 69</sup>.

Порядок построения схемы весов Фишберна следующий:

1) первоначально определяют *числители*  $p_i$  по следующей схеме:

$$p_i = \max(pr_1, ..., pr_i, ..., pr_N) - pr_i + 1, \quad (3.10)$$

где  $\max(pr_1, ..., pr_i, ..., pr_N)$  – максимальное значение приоритета показателей;  $pr$  – приоритет показателя.

<sup>68</sup> См.: Недосекин А. О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. СПб. : Изд-во «Сезам», 2002.

<sup>69</sup> См.: Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. М. : Наука, 1978.

2) определяют *знаменатель* дроби Фишберна. Сумма полученных числителей является знаменателем дробей Фишберна:

$$K = \sum_{i=1}^N p_i; \quad (3.11)$$

3) зная числитель и знаменатель дроби Фишберна, мы можем определить вес показателя:

$$r_i = p_i / K. \quad (3.12)$$

**Пример 3.2.** Пусть мы имеем четыре показателя и их приоритеты распределены следующим образом:  $pr_1 = 1$ ;  $pr_2 = 1$ ;  $pr_3 = 2$ ;  $pr_4 = 3$ .

*Решение.*

1) Определяем числители:

$$p_1 = 3 - 1 + 1 = 3; p_2 = 3; p_3 = 2; p_4 = 1.$$

2) Определяем знаменатель дроби Фишберна:

$$K = 3 + 3 + 2 + 1 = 9.$$

3) Определяем вес показателей:

$$r_1 = 3/9 = 0,33; r_2 = 0,33; r_3 = 2/9 = 0,22; r_4 = 0,11.$$

В сумме должны получить единицу.

### 3.3.4. Этап 3. Оценка возможностей и рисков

В ходе выполнения предшествующих этапов работ была получена исходная информация для проведения расчетов с целью определения количественных значений возможностей и рисков проекта. Этап оценки возможностей и рисков включает в себя блоки взаимосвязанных работ.

#### Б л о к р а б о т 3.1. Определение значимости показателей

По завершении этапа 3 «Оценка возможностей и рисков» мы должны получить оценку интегральных показателей возможности и риска. Значения этих интегральных показателей собираются от показателей нижних уровней иерархии к показателям более высоких уровней.

Таким образом, процедура получения интегрального значения риска или возможности осуществляется по направлению дуг гра-

фа – от показателей самого низкого иерархического уровня к корневой вершине  $F^0$ .

Как показывает практика, сложно выделить однозначное соответствие фактора более низкого иерархического уровня факторам, стоящим на более высокой иерархической степени.

Поэтому предлагается определить значимость показателей посредством расчета коэффициентов-преобразователей *показателей одного уровня иерархии в показатели более высокого иерархического уровня*. Роль коэффициентов-преобразователей играют потоки по дугам  $S_{ij}$  графа, образованного системами показателей, между которыми существует иерархическое сетевое взаимодействие.

Итак, определение потоков по дугам, которые характеризуют значимость вклада показателей более низкого уровня иерархии в показатели более высокого уровня, осуществляется в несколько этапов:

1) определение веса дуги  $C_{ij}$ . Оценка весов дуг  $C_{ij}$  осуществляется аналогично оценке весов показателей  $r_i^{\text{II}}$  по методике Фишберна;

2) определение значимости показателя более низкого уровня в показателе более верхнего уровня (определение потока по дуге  $S_{ij}$ ). Определяется с помощью следующего выражения:

$$S_{ij} = \frac{r_i \times C_{ij}}{\sum_{i=1}^N (r_i \times C_{ij})}, \quad (3.13)$$

где  $S_{ij}$  – поток по дуге от  $i$ -го показателя уровня иерархии  $\lambda$  к  $j$ -му показателю уровня иерархии  $\lambda - 1$ ;  $r_i$  – вес  $i$ -го показателя уровня иерархии  $\lambda$ ;  $C_{ij}$  – вес дуги от  $i$ -го показателя уровня иерархии  $\lambda$  к  $j$ -му показателю уровня иерархии  $\lambda - 1$ .

**П р и м е р 3.3.** Пусть дуги имеют следующие приоритеты (вклады показателей низового уровня в более высокий):

$$prd_1 = 1; prd_2 = 2; prd_3 = 2; prd_4 = 1.$$

1) Соответственно числители будут следующие:

$$p_1 = 2; p_2 = 1; p_3 = 1; p_4 = 2.$$

2) Знаменатель  $K = 6$ .

3) Вес дуг:

$$C_1 = 0,33; C_2 = 0,17; C_3 = 0,17; C_4 = 0,33.$$

4) Определение значимости показателя более низкого уровня в показателе более верхнего уровня (поток по дуге):

$$S_{ij} = \frac{r_i \times C_{ij}}{\sum_{i=1}^N (r_i \times C_{ij})};$$

$$S_1 = (0,33 \times 0,33) / (0,33 \times 0,33 + 0,33 \times 0,17 + 0,22 \times 0,17 + 0,33 \times 0,11) = 0,457;$$

$$S_2 = 0,235;$$

$$S_3 = 0,157;$$

$$S_4 = 0,152.$$

По результатам расчетов, проведенных в рамках данного шага 3.1, мы определили потоки по дугам  $S_{ij}$ , которые характеризуют значимость каждого показателя в зависимости от результативных, временных и стоимостных характеристик проекта.

**П р и м е р 3.4.** В целях управления инновационным проектом (ИП) определена система контрольных показателей.

*Возможности:*  $A_1^{\text{II}}$  – возможность снижения материалоемкости изделия;  $A_2^{\text{II}}$  – возможность снижения трудоемкости изготовления изделия;  $A_3^{\text{II}}$  – возможность снижения энергоемкости изготовления изделия;  $A_4^{\text{II}}$  – возможность повышения качества и привлекательности изделия;  $A_5^{\text{II}}$  – возможность повышения удобства эксплуатации и ремонта изделия;  $A_6^{\text{II}}$  – возможность изменения упаковки и транспортировки;  $A_7^{\text{II}}$  – возможность сокращения времени исполнения заказа.

*Риски:*  $R_1^{\text{II}}$  – риск сопротивления изменению;  $R_2^{\text{II}}$  – риск дефицита необходимых кадров;  $R_3^{\text{II}}$  – риск высокого уровня загрузки сотрудников предприятия, снижающий возможность их активного участия в проекте.

Требуется определить значимость показателей возможностей и рисков в зависимости от целевых показателей (результат, время, стоимость), если приоритеты показателей, относящихся к СКП, и их вклад в целевые показатели распределены следующим образом (табл. 3.4).

Т а б л и ц а 3.4

**Приоритеты показателей, относящихся к СКП,  
и их вклады в целевые показатели**

Показатель, $A_i^u/R_i^u$	Приоритет, $P_{r_i}^{u1}$	Вклад (приоритет) $A_i^u(R_i^u)$ в $A_1^1(R_1^1)$ – результат	Вклад (приоритет) $A_i^u(R_i^u)$ в $A_2^1(R_2^1)$ – сроки	Вклад (приоритет) $A_i^u(R_i^u)$ в $A_3^1(R_3^1)$ – бюджет
$A_1^u$	1	2	3	1
$A_2^u$	1	2	1	1
$A_3^u$	2	1	2	1
$A_4^u$	2	1	2	2
$A_5^u$	2	1	2	2
$A_6^u$	3	1	2	2
$A_7^u$	2	2	1	1
$R_1^u$	1	1	1	2
$R_2^u$	2	1	1	1
$R_3^u$	2	2	1	2

Результаты расчетов – см. табл. 3.5.

Т а б л и ц а 3.5

**Значимость показателей возможностей и рисков в зависимости  
от целевых показателей (результат, время, стоимость)**

Показа- тель, $A_i^u/R_i^u$	Вес, $r_i^u$	Вес дуги $C_{11}$ – результат	Вес дуги $C_{12}$ – сроки	Вес дуги $C_{13}$ – бюджет	Значимость $S_{11}^A/S_{11}^R$ – результат	Значимость $S_{12}^A/S_{12}^R$ – срок	Значимость $S_{13}^A/S_{13}^R$ – бюджет
$A_1^u$	0,20	0,09	0,07	0,18	0,14	0,09	0,24
$A_2^u$	0,20	0,09	0,20	0,18	0,14	0,28	0,24
$A_3^u$	0,13	0,18	0,13	0,18	0,18	0,13	0,16
$A_4^u$	0,13	0,18	0,13	0,09	0,18	0,13	0,08
$A_5^u$	0,13	0,18	0,13	0,09	0,18	0,13	0,08
$A_6^u$	0,07	0,18	0,13	0,09	0,09	0,06	0,04

О к о н ч а н и е   т а б л . 3.5

Показатель, $A_i^{\Pi}/R_i^{\Pi}$	Вес, $r_i^{\Pi}$	Вес дуги $C_{\Pi}$ – результат	Вес дуги $C_{\Pi}$ – сроки	Вес дуги $C_{\Pi}$ – бюджет	Значимость $S_i^A/S_i^R$ – результат	Значимость $S_i^A/S_i^R$ – срок	Значимость $S_i^A/S_i^R$ – бюджет
$A_7^{\Pi}$	0,13	0,09	0,20	0,18	0,09	0,19	0,16
$R_1^{\Pi}$	0,50	0,40	0,33	0,25	0,57	0,50	0,40
$R_2^{\Pi}$	0,25	0,40	0,33	0,50	0,29	0,25	0,40
$R_3^{\Pi}$	0,25	0,20	0,33	0,25	0,14	0,25	0,20

### Б л о к   р а б о т   3.2. Классификация значений показателей

В ходе проведения оценки возможностей и рисков с использованием нечетко-множественного подхода мы можем оперировать не только показателями, выраженными в количественной форме, но и качественными показателями. Тем не менее, несмотря на то что мы используем показатели, имеющие лишь качественную оценку, агрегированное значение показателя более высокого уровня иерархии мы получим в количественном выражении.

Количественная оценка является объективной мерой какого-либо события. Однако показатели, выраженные только в числовой форме (без словесного описания), не позволяют сделать вывод о состоянии оцениваемого объекта или события. То есть мы не можем отнести их к подмножеству значений какой-либо лингвистической переменной. Следовательно, для определения уровня полученных значений показателей СКП, СЦП и СЦ необходимо разработать соответствующие классификаторы.

Для определения классификаторов необходимо определить систему функций принадлежности для каждого уровня показателей. Как уже отмечалось, системы уравнений для описания функций принадлежности могут быть самыми различными. В данном случае хорошо себя зарекомендовали функции принадлежности трапецеидального вида.

Пр и м е р 3.5. Определить уровни значений (трапециевидные числа) показателей возможностей и рисков, относящихся к СКП, если известно, что:

1) СКП состоит из 14 показателей возможностей и 8 показателей риска;

2) значения лингвистических переменных для нечетких подмножеств «возможность» и «риск» – см. табл. 3.6;

Т а б л и ц а 3.6

**Значения показателей возможностей и рисков в зависимости от целевых показателей (результат, время, стоимость)**

Условное обозначение нечеткого подмножества	Значение лингвистической переменной	Примечание
Риски, $R_{ij}^{\lambda}$		
$R_{i1}^{\lambda}$	Риск незначителен	$R$ – уровень риска оцениваемого объекта (конкретного показателя, проекта); $\lambda$ – номер уровня иерархии (чем больше значение уровня, тем ниже уровень иерархии; самый высший иерархический уровень имеет значение $\lambda$ , равное нулю); $i$ – порядковый номер показателя на конкретном иерархическом уровне; $j$ – порядковый номер значения лингвистической переменной для данного показателя
$R_{i2}^{\lambda}$	Низкая степень риска	
$R_{i3}^{\lambda}$	Средняя степень риска	
$R_{i4}^{\lambda}$	Высокая степень риска	
$R_{i5}^{\lambda}$	Катастрофический риск	
Возможности, $A_{ij}^{\lambda}$		
$A_{i1}^{\lambda}$	Минимальные возможности проекта	$A$ – уровень возможностей оцениваемого объекта (конкретного показателя, проекта); $\lambda$ – номер уровня иерархии (чем больше значение уровня, тем ниже уровень иерархии; самый высший иерархический уровень имеет значение $\lambda$ , равное нулю); $i$ – порядковый номер показателя на конкретном иерархическом уровне; $j$ – порядковый номер значения лингвистической переменной для данного показателя
$A_{i2}^{\lambda}$	Низкие возможности проекта	
$A_{i3}^{\lambda}$	Средние возможности проекта	
$A_{i4}^{\lambda}$	Значительные возможности проекта	
$A_{i5}^{\lambda}$	Очень большие возможности проекта	

3) система функций принадлежности для показателей, относящихся к СКП, выглядит следующим образом:

$$\mu_1(u)^{\text{II}} = \begin{cases} 1, & 0 \leq u < 0,15/N^{\text{II}} \\ 10N(0,25/N^{\text{II}} - u), & 0,15/N^{\text{II}} \leq u < 0,25/N^{\text{II}} \\ 0, & 0,25/N^{\text{II}} \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.14)$$

$$\mu_2(u)^{\text{II}} = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,15/N^{\text{II}} \\ 10N(u - 0,25/N^{\text{II}}), & 0,15/N^{\text{II}} \leq u < 0,25/N^{\text{II}} \\ 1, & 0,25/N^{\text{II}} \leq u < 0,35/N^{\text{II}} \\ 10N(0,45/N^{\text{II}} - u), & 0,35/N^{\text{II}} \leq u < 0,45/N^{\text{II}} \\ 0, & 0,45/N^{\text{II}} \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.15)$$

$$\mu_3(u)^{\text{II}} = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,35/N^{\text{II}} \\ 10N(u - 0,35/N^{\text{II}}), & 0,35/N^{\text{II}} \leq u < 0,45/N^{\text{II}} \\ 1, & 0,45/N^{\text{II}} \leq u < 0,55/N^{\text{II}} \\ 10N(0,65/N^{\text{II}} - u), & 0,55/N^{\text{II}} \leq u < 0,65/N^{\text{II}} \\ 0, & 0,65/N^{\text{II}} \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.16)$$

$$\mu_4(u)^{\text{II}} = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,55/N^{\text{II}} \\ 10N(u - 0,55/N^{\text{II}}), & 0,55/N^{\text{II}} \leq u < 0,65/N^{\text{II}} \\ 1, & 0,65/N^{\text{II}} \leq u < 0,75/N^{\text{II}} \\ 10N(0,85/N^{\text{II}} - u), & 0,75/N^{\text{II}} \leq u < 0,85/N^{\text{II}} \\ 0, & 0,85/N^{\text{II}} \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.17)$$

$$\mu_5(u)^{\text{II}} = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,75/N^{\text{II}} \\ 10N(u - 0,75/N^{\text{II}}), & 0,75/N^{\text{II}} \leq u < 0,85/N^{\text{II}} \\ 1, & 0,85/N^{\text{II}} \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.18)$$

где  $N^{\text{II}}$  – количество показателей возможностей (рисков) на втором уровне иерархии (СКП);  $\mu_i(u)^{\text{II}}$  – функция принадлежности второго уровня иерархии (СКП) к подмножествам значений лингвистических переменных «возможность» или «риск».



Результаты расчетов сведены в таблицу (табл. 3.7).

Т а б л и ц а 3.7

**Уровни значений показателей возможностей и рисков**

Класс возможностей	$A_i^u (N = 14), \%$	Класс рисков	$R_i^u (N = 8), \%$
Минимальные возможности ИП, $A_{i1}^\lambda$	(0; 0; 1,1; 1,8)	Риск ИП незначителен, $R_{i1}^\lambda$	(0; 0; 1,9; 3,1)
Низкие возможности ИП, $A_{i2}^\lambda$	(1,1; 1,8; 2,5; 3,2)	Низкая степень риска, $R_{i2}^\lambda$	(1,9; 3,1; 4,4; 5,6)
Средние возможности ИП, $A_{i3}^\lambda$	(2,5; 3,2; 3,9; 4,6)	Средняя степень риска, $R_{i3}^\lambda$	(4,4; 5,6; 6,3; 8,1)
Значительные возможности ИП, $A_{i4}^\lambda$	(3,9; 4,6; 5,4; 6,1)	Высокая степень риска, $R_{i4}^\lambda$	(6,3; 8,1; 9,4; 10,6)
Очень большие возможности ИП, $A_{i5}^\lambda$	(5,4; 6,1; 100; 100)	Катастрофический риск, $R_{i5}^\lambda$	(9,4; 10,6; 100; 100)

*Система целевых показателей.* Для определения уровня значений показателей, относящихся к СЦП, предлагается воспользоваться выражениями

$$\mu_1(u) = \begin{cases} 1, & 0 \leq u < 0,15 \\ 10(0,25 - u), & 0,15 \leq u < 0,25 \\ 0, & 0,25 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.19)$$

$$\mu_2(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,15 \\ 10(u - 0,15), & 0,15 \leq u < 0,25 \\ 1, & 0,25 \leq u < 0,35 \\ 10(0,45 - u), & 0,35 \leq u < 0,45 \\ 0, & 0,45 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.20)$$

$$\mu_3(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,35 \\ 10(u - 0,35), & 0,35 \leq u < 0,45 \\ 1, & 0,45 \leq u < 0,55 \\ 10(0,65 - u), & 0,55 \leq u < 0,65 \\ 0, & 0,65 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.21)$$

$$\mu_4(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,55 \\ 10(u - 0,55), & 0,55 \leq u < 0,65 \\ 1, & 0,65 \leq u < 0,75 \\ 10(0,85 - u), & 0,75 \leq u < 0,85 \\ 0, & 0,85 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.22)$$

$$\mu_5(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,75 \\ 10(u - 0,75), & 0,75 \leq u < 0,85 \\ 1, & 0,85 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.23)$$

*Система ценностей (СЦ).* Для определения уровня значений интегральных показателей возможностей (табл. 3.8) и рисков (табл. 3.9) предлагается воспользоваться выражениями, представленными для СЦП (3.19)–(3.23).

Т а б л и ц а 3.8

**Уровни значений показателей возможностей**

Класс возможностей	$A_i^{\text{II}} (N = 14), \%$	$A_p^1, \%$	$A_p^0, \%$
Минимальные возможности проекта, $A_{i1}^{\lambda}$	(0; 0; 1,1; 1,8)	(0; 0; 15; 25)	(0; 0; 15; 25)
Низкие возможности проекта, $A_{i2}^{\lambda}$	(1,1; 1,8; 2,5; 3,2)	(15; 25; 35; 45)	(15; 25; 35; 45)
Средние возможности проекта, $A_{i3}^{\lambda}$	(2,5; 3,2; 3,9; 4,6)	(35; 45; 55; 65)	(35; 45; 55; 65)

О к о н ч а н и е   т а б л . 3.8

Класс возможностей	$A_i^{\text{II}} (N = 14), \%$	$A_i^{\text{I}}, \%$	$A_i^0, \%$
Значительные возможности проекта, $A_{i4}^{\lambda}$	(3,9; 4,6; 5,4; 6,1)	(55; 65; 75; 85)	(55; 65; 75; 85)
Очень большие возможности проекта, $A_{i5}^{\lambda}$	(5,4; 6,1; 10; 0)	(75; 85; 0; 0)	(75; 85; 0; 0)

Т а б л и ц а 3.9

**Уровни значений показателей рисков**

Класс рисков	$R_i^{\text{II}} (N = 8), \%$	$R_i^{\text{I}}, \%$	$R_i^0, \%$
Риск проекта незначителен, $R_{i1}^{\lambda}$	(0; 0; 1,9; 3,1)	(0; 0; 15; 25)	(0; 0; 15; 25)
Низкая степень риска, $R_{i2}^{\lambda}$	(1,9; 3,1; 4,4; 5,6)	(15; 25; 35; 45)	(15; 25; 35; 45)
Средняя степень риска, $R_{i3}^{\lambda}$	(4,4; 5,6; 6,3; 8,1)	(35; 45; 55; 65)	(35; 45; 55; 65)
Высокая степень риска, $R_{i4}^{\lambda}$	(6,3; 8,1; 9,4; 10,6)	(55; 65; 75; 85)	(55; 65; 75; 85)
Катастрофический риск, $R_{i5}^{\lambda}$	(9,4; 10,6; 0; 0)	(75; 85; 0; 0)	(75; 85; 0; 0)

Аналогичным образом определяются уровни значений сравнительного показателя «Потенциал проекта».

Исходя из предположения, что очень высокий потенциал проекта вероятен в случае очень высоких возможностей и среднего риска, возможно использование для определения уровня потенциала проекта следующих функций принадлежности:

$$\mu_1(u) = \begin{cases} 1, & -\infty \leq u < -0,05 \\ 20(0-u), & -0,05 \leq u < 0 \\ 0, & 0 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.24)$$

$$\mu_2(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < -0,05 \\ 20(u - (-0,05)), & -0,05 \leq u < 0 \\ 1, & 0 \leq u < 0,05 \\ 20(0,1 - u), & 0,05 \leq u < 0,1 \\ 0, & 0,1 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.25)$$

$$\mu_3(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 0,05 \\ 20(u - 0,05), & 0,05 \leq u < 0,1 \\ 1, & 0,1 \leq u < 0,15 \\ 20(0,2 - u), & 0,15 \leq u < 0,2 \\ 0, & 0,2 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.26)$$

$$\mu_4(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 0,15 \\ 20(u - 0,15), & 0,15 \leq u < 0,2 \\ 1, & 0,2 \leq u < 0,25 \\ 20(0,3 - u), & 0,25 \leq u < 0,3 \\ 0, & 0,3 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.27)$$

$$\mu_5(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 0,25 \\ 20(u - 0,25), & 0,25 \leq u < 0,3 \\ 1, & 0,3 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.28)$$

где  $\mu_i(u)$  – функция принадлежности значения потенциала проекта к подмножествам значений лингвистических переменных «Потенциал проекта».

Итак, в результате выполнения процесса «Определение (уточнение) уровней значений дополнительных сравнительных показателей» были определены трапециевидные числа для дополнительных показателей (табл. 3.10).

Т а б л и ц а 3.10

**Уровни значений сравнительных показателей**

Уровень показателя	Трапециевидные числа, %
<i>Потенциал проекта</i>	
Очень низкий потенциал проекта, $P_{i1}^A$	(-100; -100; -5; 0)
Низкий потенциал проекта, $P_{i2}^A$	(-5; 0; 5; 10)
Средний потенциал проекта, $P_{i3}^A$	(5; 10; 15; 20)
Высокий потенциал проекта, $P_{i4}^A$	(15; 20; 25; 30)
Очень высокий потенциал проекта, $P_{i5}^A$	(25; 30; 100; 100)

**Б л о к р а б о т 3.3.** Идентификация значений системы первичных показателей и системы контрольных показателей

В ходе выполнения данного блока работ определяются количественные и качественные значения системы первичных показателей и системы контрольных показателей; для этого собираются и обрабатываются первичные данные от исполнителей.

**Б л о к р а б о т 3.4.** Расчет количественных значений возможностей и рисков

Данный блок представляет собой две последовательно выполняемые группы задач.

**Г р у п п а з а д а ч 3.4.1.** Определение степени частных рисков и возможностей (уровень СКП)

Исходя из полученных значений показателей и их значимости, можно определить *степени частных возможностей и рисков проекта*.

Расчет степени частных рисков и возможностей рекомендуется осуществлять с использованием следующей системы выражений:

$$A_{ij}^{\Pi} = S_{ij}^A \sum_{n=1}^5 \alpha_n \mu_{ij}(u)^A, \quad (3.29)$$

$$R_{ij}^{\Pi} = S_{ij}^R \sum_{n=1}^5 \alpha_n \mu_{ij}(u)^R, \quad (3.30)$$

где  $A_{ij}^{\Pi}(R_{ij}^{\Pi})$  – степень частной возможности (риска) в зависимости от результата, времени или стоимости;  $S_{ij}^A(S_{ij}^R)$  – значимость показателя возможности или риска ( $A_i$  или  $R_i$  соответственно), т. е. поток по дуге;  $\alpha_n$  – узловые точки нечеткого классификатора значений степени частных возможностей/рисков  $A_{ij}^{\Pi}/R_{ij}^{\Pi}$ ,  $\mu_{ij}(u)^A$ ,  $\mu_{ij}(u)^R$  – значения функций принадлежности.

В самом простом случае для проведения классификации показателей рекомендуется использовать стандартный пятиуровневый нечеткий классификатор (см. рис. 3.5), характеризующийся набором *узловых точек*:

$$\alpha_j = (0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9). \quad (3.31)$$

Узловые точки являются, с одной стороны, *максимумами* соответствующих *функций принадлежности* на 01-носителе; с другой стороны, *равномерно отстоят друг от друга* на 01-носителе и *симметричны относительно узла 0,5*.

Данный нечеткий классификатор имеет большое практическое значение. Суть его заключается в следующем. Если о факторе неизвестно ничего, кроме того, что он может принимать любые значения от 0 до 1 (в пределах 01-носителя), и требуется провести ассоциацию между качественной и количественной оценками фактора, то рассмотренный классификатор позволяет это сделать. При этом сумма всех функций принадлежности для любого равна единице, что подчеркивает непротиворечивость данного классификатора.

В случае оценки возможностей и рисков мы также будем использовать стандартный пятиуровневый нечеткий классификатор, характеризующийся набором соответствующих *узловых точек*:  $\alpha_n = (0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9)$ .

Вернемся к выражениям

$$A_{ij}^{\Pi} = S_{ij}^A \sum_{n=1}^5 \alpha_n \mu_{ij}(u)^A \quad \text{и} \quad R_{ij}^{\Pi} = S_{ij}^R \sum_{n=1}^5 \alpha_n \mu_{ij}(u)^R.$$

Что касается значимости показателей ( $S_{ij}$ ) возможностей и рисков второго иерархического уровня, то их значения были определены на этапе 3 в ходе выполнения блока работ 3.1 «Определение значимости показателей».

Значения функций принадлежности  $\mu_{ij}(u)^A$ ,  $\mu_{ij}(u)^R$  определяются путем сопоставления значений системы контрольных показателей и классификаторов значений возможностей и рисков.

Принадлежность значения показателя к какому-либо подмножеству лингвистической переменной «Возможность» («Риск») выражается значением функции принадлежности, равным 1. Если значение показателя не принадлежит к подмножеству лингвистической переменной, то функция принадлежности равна нулю.

В случае если показатель занимает промежуточное значение, то тогда указываем два значения функции принадлежности. Например,  $H = 70\%$  и  $C = 30\%$ . Это можно интерпретировать следующим образом: «показатель имеет скорее низкое значение (степень оценочной уверенности 70%), чем среднее (степень оценочной уверенности 30%)».

Далее на основании имеющихся данных, а также используя выражения (4.29) и (4.30) по каждому анализируемому варианту определяются степени частных возможностей и рисков в зависимости от системы показателей более высокого уровня (СЦП). В целях оценки состояния проекта рекомендуется в качестве показателей СЦП использовать результат, время и финансовые ресурсы.

Полученные значения частных возможностей и рисков, выраженные в процентах, являются объективной оценкой, которая не дает представление об уровне значений показателей.

Используя трапециевидные числа, рассчитанные на основании выражений, описывающих функции принадлежности, производится классификация показателей частных рисков и возможностей по степени их возможной реализации. Для этого можно применять следующие условные обозначения:

ОН – минимальные возможности проекта ( $A_{i1}^{II}$ )/риск проекта незначителен ( $R_{i1}^{II}$ );

Н – низкие возможности проекта ( $A_{i2}^{II}$ )/низкая степень риска ( $R_{i2}^{II}$ );

С – средние возможности проекта ( $A_{i3}^{\text{II}}$ )/средняя степень риска ( $R_{i3}^{\text{II}}$ );

В – значительные возможности проекта ( $A_{i4}^{\text{II}}$ )/высокая степень риска ( $R_{i4}^{\text{II}}$ );

ОВ – очень большие возможности проекта ( $A_{i5}^{\text{II}}$ )/катастрофический риск ( $R_{i5}^{\text{II}}$ ).

В случае если помимо условного обозначения класса «возможности/риск» даны значения в процентах двух смежных классов, то это свидетельствует о том, что полученное значение показателя невозможно однозначно отнести к какому-либо подмножеству возможностей/рисков, а степень оценочной уверенности о принадлежности к тому или иному смежному подмножеству в данном случае выражается в процентном отношении.

Полученные классификации частных степеней возможностей и рисков дают детальную картину анализируемого проекта *по каждому показателю в зависимости от результата, а также временной и финансовой составляющей проекта.*

Тем не менее на основании значительного количества полученной информации трудно однозначно оценить состояние проекта. Для облегчения этой задачи необходимо использовать так называемую «свертку» полученных значений степеней частных возможностей и рисков до уровней целевых и интегральных показателей.

**Г р у п п а з а д а ч 3.4.2.** Определение целевых и интегральных показателей возможностей и рисков (уровень СЦП и СЦ)

*Целевые показатели возможностей и рисков* определяются суммированием соответствующих частных показателей:

$$A_j^{\text{I}} = \sum_{i=1}^N A_{ij}^{\text{II}}, \quad (3.32)$$

$$R_j^{\text{I}} = \sum_{i=1}^N R_{ij}^{\text{II}}, \quad (3.33)$$

где  $A_{ij}^{\text{II}}$  ( $R_{ij}^{\text{II}}$ ) – степень частной возможности (риска) в зависимости от результата ( $j = 1$ ), времени ( $j = 2$ ) или стоимости ( $j = 3$ );  $A_j^{\text{I}}$  ( $R_j^{\text{I}}$ ) –



степень целевой возможности (риска) в зависимости от результата ( $j = 1$ ), времени ( $j = 2$ ) или стоимости ( $j = 3$ ).

*Классификация.* Используя распределение значений степеней целевых рисков и возможностей по степеням принадлежности к нечетким подмножествам лингвистических переменных «возможность» и «риск», определяются качественные оценки ИП в зависимости от значимых показателей (СЦП).

Для получения интегральных показателей возможности и риска можно воспользоваться одним из следующих способов:

*Способ 1.* Интегральная возможность (риск) – сумма комплексных средневзвешенных оценок частных показателей.

*Способ 2.* Интегральная возможность (риск) – средневзвешенное от целевых показателей

Рассмотрим способ 1, состоящий из двух шагов.

Шаг 1. Первоначально необходимо определить комплексные средневзвешенные оценки частных показателей возможностей и рисков. Для этого предлагается использовать следующие выражения:

$$A_{i0}^{\Pi} = \sum_{j=1}^3 r_j^A A_{ij}^{\Pi}, \quad (3.34)$$

$$R_{i0}^{\Pi} = \sum_{j=1}^3 r_j^R R_{ij}^{\Pi}, \quad (3.35)$$

где  $A_{i0}^{\Pi} (R_{i0}^{\Pi})$  – комплексное средневзвешенное значение частного показателя возможности (риска);  $A_{ij}^{\Pi} (R_{ij}^{\Pi})$  – степень частной возможности (риска) в зависимости от целевых показателей: результата ( $j = 1$ ), времени ( $j = 2$ ) или стоимости ( $j = 3$ );  $r_j^A (r_j^R)$  – вес целевого показателя возможности (риска).

Шаг 2. Далее на основании полученных комплексных средневзвешенных значений частных показателей возможностей (риска) определяются интегральные показатели – суммирование:

$$A^0 = \sum_{i=1}^N A_{i0}^{\Pi}, \quad (3.36)$$

$$R^0 = \sum_{i=1}^N R_{i0}^{\Pi}, \quad (3.37)$$

где  $A^0(R^0)$  – интегральная возможность (риск);  $A_{i0}^{\Pi}(R_{i0}^{\Pi})$  – комплексное средневзвешенное значение частного показателя возможности (риска).

Согласно способу 2 для определения интегральной возможности и риска на основе средневзвешенного значения от целевых показателей необходимо воспользоваться следующими выражениями:

$$A^0 = \sum_{j=1}^3 r_j^A A_j^I, \quad (3.38)$$

$$R^0 = \sum_{j=1}^3 r_j^R R_j^I, \quad (3.39)$$

где  $A^0(R^0)$  – интегральная возможность (риск);  $r_j^A(r_j^R)$  – вес целевого показателя возможностей (рисков);  $A_j^I(R_j^I)$  – целевые показатели возможностей (рисков).

Для качественной интерпретации полученных количественных значений интегральных показателей возможностей и рисков осуществляется классификация степеней интегральных возможностей и рисков.

**Пример 3.6.** Определить целевые и интегральные возможности и риски, а также провести их классификацию, если известно, что:

1) степени частных возможностей и рисков в зависимости от СЦП имеют следующие значения (табл. 3.11);

2) уровни значений (трапециевидные числа) показателей возможностей и рисков, относящихся к СЦП и СЦ, определяются следующими функциями принадлежности:

$$\mu_1(u) = \begin{cases} 1, & 0 \leq u < 0,15 \\ 10(0,25 - u), & 0,15 \leq u < 0,25 \\ 0, & 0,25 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.40)$$

Т а б л и ц а 3.11

**Степени частных возможностей и рисков  
в зависимости от СЦП**

Показатель	Результат, $A_1^I/R_1^I$ , %	Время, $A_2^I/R_2^I$ , %	Стоимость, $A_3^I/R_3^I$ , %
$A_1^II$	6	6	8
$A_2^II$	8	8	8
$A_3^II$	8	6	3
$A_4^II$	4	4	4
$A_5^II$	3	0	4
$A_6^II$	6	6	8
$A_7^II$	6	6	6
$R_1^II$	3	5	6
$R_2^II$	14	14	18
$R_3^II$	4	9	4

$$\mu_2(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,15 \\ 10(u - 0,15), & 0,15 \leq u < 0,25 \\ 1, & 0,25 \leq u < 0,35 \\ 10(0,45 - u), & 0,35 \leq u < 0,45 \\ 0, & 0,45 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.41)$$

$$\mu_3(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,35 \\ 10(u - 0,35), & 0,35 \leq u < 0,45 \\ 1, & 0,45 \leq u < 0,55 \\ 10(0,65 - u), & 0,55 \leq u < 0,65 \\ 0, & 0,65 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.42)$$

$$\mu_4(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,55 \\ 10(u - 0,55), & 0,55 \leq u < 0,65 \\ 1, & 0,65 \leq u < 0,75 \\ 10(0,85 - u), & 0,75 \leq u < 0,85 \\ 0, & 0,85 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.43)$$

$$\mu_5(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,75 \\ 10(u - 0,75), & 0,75 \leq u < 0,85 \\ 1, & 0,85 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.44)$$

3) среди целевых показателей возможностей и рисков (табл. 3.12) наиболее приоритетными являются показатели, характеризующие результат проекта ( $A_1^1$  и  $R_1^1$ ). Остальные показатели, характеризующие временные и стоимостные характеристики проекта, являются равнозначными.

*Решение.*

1) Значения показателей определяются с помощью выражений (32)–(39).

2) Классификация осуществляется путем подстановки полученного значения возможности или риска в функции принадлежности.

Т а б л и ц а 3.12

### Целевые и интегральные возможности и риски

Наименование показателя	Значение, %	Классификация
<i>Интегральные показатели состояния проекта</i>		
Интегральная возможность инновационного проекта, $A^0$	39	H = 60 %, C = 40 %
Интегральный риск инновационного проекта, $R^0$	26	H
<i>Результат</i>		
Возможность получения функциональных преимуществ, $A_1^1$	41	H = 40 %, C = 60 %
Риск недостижения результата проекта, $R_1^1$	21	ОН = 40 %; H = 60 %

О к о н ч а н и е   т а б л . 3.12

Наименование показателя	Значение, %	Классификация
<i>Время</i>		
Возможность использования полученных функциональных преимуществ продолжительное время, $A_2^1$	36	H = 90 %, C = 10 %
Риск срыва сроков проекта, $R_2^1$	28	H
<i>Стоимость</i>		
Возможность получения экономических выгод от использования функциональных преимуществ, $A_3^1$	41	H = 40 %, C = 60 %
Риск превышения бюджета проекта, $R_3^1$	28	H

*Примечание.* В ходе классификации использовать следующие условные обозначения: ОН – очень низкий риск (возможность); Н – низкий риск (возможность); С – средний риск (возможность); В – высокий риск (возможность); ОВ – очень высокий риск (возможность). В случае невозможности однозначного отнесения риска (возможности) к какому-либо подмножеству возможностей/рисков, следует указать полученные степени оценочной уверенности о принадлежности к тому или иному подмножеству, например, С = 12 %, В = 88 %.

### 3.3.5. Этап 4. Определение сравнительных показателей (потенциала проекта)

*Потенциал проекта* относится к сравнительным показателям и рассчитывается с использованием выражения

$$P^0 = A^0 - R^0, \quad (3.45)$$

где  $P^0$  – потенциал проекта;  $A^0$  – интегральная возможность проекта;  $R^0$  – интегральный риск проекта.

Уровни значений потенциала проекта определяются с использованием трапециевидных чисел, которые мы рассчитали на этапе 3.

Схематично алгоритм определения базовых сравнительных показателей можно представить следующим образом.

Пр и м е р 3.7. Рабочая группа инновационного проекта разработала три возможных варианта реализации данного проекта. В первом случае интегральная возможность и интегральный риск составляют 67 и 47 % соответственно. Интегральная возможность и интегральный риск второго варианта равны 61 и 79 % соответственно. В третьем варианте интегральная возможность равна 27 %, а интегральный риск 36 %. Требуется выбрать наиболее приемлемый вариант реализации инновационного проекта. Выбор обосновать с помощью потенциала проекта. Уровни значений потенциала проекта определяются следующими функциями принадлежности:

$$\mu_1(u) = \begin{cases} 1, & -\infty \leq u < -0,05 \\ 20(0-u), & -0,05 \leq u < 0 \\ 0, & 0 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.46)$$

$$\mu_2(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < -0,05 \\ 20(u - (-0,05)), & -0,05 \leq u < 0 \\ 1, & 0 \leq u < 0,05 \\ 20(0,1-u), & 0,05 \leq u < 0,1 \\ 0, & 0,1 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.47)$$

$$\mu_3(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 0,05 \\ 20(u - 0,05), & 0,05 \leq u < 0,1 \\ 1, & 0,1 \leq u < 0,15 \\ 20(0,2-u), & 0,15 \leq u < 0,2 \\ 0, & 0,2 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.48)$$

$$\mu_4(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 0,15 \\ 20(u - 0,15), & 0,15 \leq u < 0,2 \\ 1, & 0,2 \leq u < 0,25 \\ 20(0,3-u), & 0,25 \leq u < 0,3 \\ 0, & 0,3 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.49)$$

$$\mu_5(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 0,25 \\ 20(u - 0,25), & 0,25 \leq u < 0,3 \\ 1, & 0,3 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.50)$$

Решение. См. табл. 3.13.

Т а б л и ц а 3.13

**Выбор варианта реализации проекта**

Уровень показателя	Возможность, %	Риск, %	Потенциал	Значение
Вариант 1	67	47	20	<i>B</i>
Вариант 2	61	79	–18	ОН
Вариант 3	27	36	–9	ОН

Поскольку потенциал проекта имеет наибольшее значение у варианта 1, то именно он наиболее предпочтителен.

### 3.4. Опционный подход в риск-менеджменте

Как уже было отмечено ранее, в классической экономической теории эффективность проекта определяется как положительная величина чистого дисконтированного дохода. Таким образом, решение о начале реализации проекта принимается на основе сопоставления входящих и исходящих денежных потоков по данному проекту с учетом фактора времени. На практике же применение данного подхода сопряжено с рядом проблем.

Одной из основных причин невозможности использования стандартных подходов к оценке эффективности является то, что далеко не все проекты, выполняемые в процессе осуществления предпринимательской деятельности, непосредственно связаны с генерацией доходов. К такому роду проектов относятся, например, проекты обучения персонала, проведение НИОКР, социальные проекты, внедрение автоматизированной информационной системы,

проекты, связанные с реинжинирингом бизнес-процессов и другие проекты организационного развития.

Кроме того, ни один инновационный предпринимательский проект не является линейным по своей природе, т. е. он может «протекать по непредсказуемым сценариям и приводить к незапланированным результатам незапланированными путями»<sup>70</sup>. Следовательно, чем чаще будут осуществляться оценка текущего состояния выполняемого проекта и сопоставление полученных промежуточных результатов с реалиями рынка, тем эффективнее будет осуществляться процесс управления изменениями и тем выше вероятность получить удовлетворенного заказчика в конце проекта. Таким образом, для проведения оперативной оценки текущего состояния проекта требуется применение инструментария, позволяющего быстро осуществлять количественную оценку эффективности проекта, при этом оперируя не только количественной, но и качественной информацией.

Еще одной проблемой применения классических методов оценки эффективности проектов является традиционный взгляд на риск-менеджмент, не учитывающий тот факт, что мерилom неопределенности является не только риск, но и благоприятные возможности. Таким образом, при расчете дисконтированных денежных потоков, включающих в себя так называемую «премию за риск», более выигрышно будут смотреться типовые проекты поддерживающего характера, нежели инновационные, предпринимательские.

В настоящий момент применительно к управлению рисками и возможностями развивается концепция реальных (управленческих) опционов. В финансовой сфере опционы известны довольно давно. Под финансовым опционом понимается ценная бумага (документ, имеющий юридическую силу), которая дает право по истечении определенного периода времени купить или продать по фиксированной цене базовые активы (другие ценные бумаги – акции, облигации и т. д.). По истечении срока исполнения опциона цена

---

<sup>70</sup> *Закиева Н. М.* Реальные опционы как методическая основа управления инновационным проектом // Изв. КГАСУ. 2012. № 3. С. 183–193.



базового актива, как правило, отличается от цены исполнения опциона. Так как опцион – это право, а не обязанность, то в случае благоприятной цены базового актива на оговоренный момент владелец опциона реализует его и получает выгоду. При неблагоприятной цене базового актива владелец опциона не использует свое право и теряет только то, что заплачено за опцион.

По мере развития финансового менеджмента область применения разработанных финансовых инструментов расширяется. С. Майерс через несколько лет после публикации в 1973 г. работы Ф. Блэка и М. Шоулза<sup>71</sup> по ценообразованию на финансовые опционы ввел в научный оборот термин «реальный опцион» и предложил в качестве базисного актива использовать не только финансовые инструменты, но и реальные объекты<sup>72</sup>. В качестве реальных опционов, как уже отмечалось во второй главе настоящего учебного пособия, предлагается рассматривать природные ресурсы (М. Бреннан, Е. Шварц<sup>73</sup>), свободный участок городской земли на основе опциона на ожидания, где в качестве неопределенности выступает цена городской недвижимости (С. Титман<sup>74</sup>), а также время как стратегический ресурс (Р. Мак-Дональд, Д. Сигель<sup>75</sup>). Кроме того, к реальным опционам можно отнести и возможность реализовать какой-либо проект. В этом случае капиталовложения в проект будут играть роль цены исполнения реального опциона, приведенные доходы займут место цены базового актива, а срок, в течение которого может быть принято решение об осуществлении проекта, будет трактоваться как срок использования реального опциона. Таким образом, существ-

---

<sup>71</sup> См.: *Black F., Scholes M.* The Pricing of Options and Corporate Liabilities // J. of Political Economy. 1973. Vol. 81, № 3. P. 637–659.

<sup>72</sup> См.: *Myers St.* Determinants of corporate borrowing // J. of Financial Economics. 1977. № 5. P. 147–175.

<sup>73</sup> См.: *Brennan M. J., Schwartz E. S.* Evaluating natural resource investments // J. of Business. 1985. Vol. 58, № 2. P. 135–157.

<sup>74</sup> См.: *Titman S.* Urban land prices under uncertainty // American Economic Rev. 1985. Vol. 75, № 3. P. 505–514.

<sup>75</sup> См.: *McDonald R., Siegel D.* The value of waiting to invest // The Quarterly Journal of Economics. 1986. Vol. 101, № 4. P. 705–727.

вует прямая аналогия между финансовыми опционами и реальными (управленческими) опционами<sup>76</sup>.

Как отмечается в литературе, затрагивающей вопросы опционов, термин «реальный опцион» подчеркивает, что базисным активом является реальный проект. Термин «управленческий опцион» используется тогда, когда требуется акцентировать внимание на управленческой природе опциона, т. е. на возможности принятия того или иного управленческого решения<sup>77</sup>.

Уже говорилось, что основным методом оценки эффективности проекта является определение его чистого дисконтированного дохода ( $NPV$ ). И если чистый дисконтированный доход является положительным, то проект считается прибыльным и подлежит реализации. В случае получения отрицательного значения чистого дисконтированного дохода проект отвергается. Тем не менее практика показывает, что исполнение неэффективного с точки зрения классической теории проекта может открыть перспективу для осуществления предпринимателем новых проектов, выполнение которых было бы невозможно без реализации первичного проекта. В качестве таких первичных проектов могут выступать как пилотные проекты, в ходе выполнения которых осуществляется создание нового предприятия (нового направления деятельности), приобретается новый опыт, так и проекты организационного характера (например, автоматизация предприятия, регламентация взаимодействия подразделений и т. п.).

Расчет экономического эффекта предпринимательского проекта с использованием теории опционов может быть осуществлен следующим образом.

Пусть  $P_{\text{поз}}$  – вероятность успеха предпринимательского проекта;  $NPV_{\text{без опц}}$  – значение чистого дисконтированного дохода без использования опциона;  $NPV_{\text{опц}}$  – значение чистого дисконтированного дохода при использовании опциона. Это значение может быть по-

---

<sup>76</sup> См.: Реут Д. В., Бисеров Ю. Н. Инструмент реальных опционов в контроллинге проекта // Контроллинг. 2007. № 3 (23). С. 28–37.

<sup>77</sup> См.: Реут Д. В., Бисеров Ю. Н. Инструмент реальных опционов в контроллинге проекта. С. 28–37.

лучено посредством учета в первоначально рассчитанном значении чистого дисконтированного дохода ( $NPV_{\text{без опц}}$ ) дополнительных денежных потоков в результате выполнения других проектов, реализация которых невозможна (или менее эффективна) без выполнения данного проекта. Таким образом, ожидаемый чистый дисконтированный доход предлагается определять с помощью следующего выражения<sup>78</sup>:

$$NPV_{\text{ожид}} = P_{\text{поз}} \times NPV_{\text{опц}} + (1 - P_{\text{поз}}) \times NPV_{\text{без опц}}. \quad (3.51)$$

**П р и м е р 3.8.** Предприниматель собирается реализовать бизнес-идею. Проект подобного рода для него является новым и рассматривается в качестве «разведки боем». В дальнейшем, после успешного выполнения пилотного проекта, планируется развитие бизнеса с тиражированием бизнес-идеи в другие регионы. В ходе расчета экономической эффективности проекта значение чистого дисконтированного дохода при благоприятном развитии событий ( $NPV_{\text{поз}}$ ) составило + 5 млн руб. за 2 года. В случае неблагоприятного исхода чистый дисконтированный доход ( $NPV_{\text{нег}}$ ) может составить 1,5 млн руб. Вероятность оптимистичного сценария ( $P_{\text{поз}}$ ) – 30 %, а пессимистичного ( $P_{\text{нег}}$ ) – 70 %. Используя метод сценарного анализа, можно определить чистую приведенную стоимость классическим способом ( $NPV_{\text{без опц}}$ ):

$$NPV_{\text{без опц}} = P_{\text{поз}} \times NPV_{\text{поз}} + P_{\text{нег}} \times NPV_{\text{нег}}. \quad (3.52)$$

В данном случае  $NPV_{\text{без опц}}$  составит 0,45 млн руб., что свидетельствует о невысокой экономической привлекательности данного проекта.

Однако после реализации оцениваемого пилотного проекта предполагается выполнение проектов тиражирования, чистая приведенная стоимость ( $NPV_{\text{опц}}$ ) которых, по предварительным расчетам, может составить 20 млн руб.

Используя выражение (3.51), можно определить чистую приведенную стоимость проекта с учетом опциона ( $NPV_{\text{опц}}$ ), т. е. суще-

---

<sup>78</sup> См.: Реут Д. В., Бисеров Ю. Н. Инструмент реальных опционов в контроллинге проекта. С. 28–37.

стствует возможность в дальнейшем реализовать более прибыльные в сравнении с пилотным проекты. В данном случае  $NPV_{\text{опц}}$  составит 6,3 млн руб. Таким образом, стоимость опциона составит 5,85 млн руб., а учет стоимости опциона повысил экономическую привлекательность проекта в 14 раз.

Итак, в ходе принятия решения о выполнении того или иного предпринимательского проекта на основе оценки его экономической эффективности следует применять концепцию реальных (управленческих) опционов. Данная концепция позволяет учесть не только риски проекта посредством дисконтирования, но и количественно оценить возможности, которые можно получить после выполнения оцениваемого проекта.

## **Контрольные вопросы и задачи**

1. Проблемы применения традиционного вероятностного подхода к оценке рисков.
2. Общая характеристика нечетко-множественного подхода.
3. Проблемы применения нечетко-множественного подхода и способы их решения.
4. Понятие нечеткого множества.
5. Функции принадлежности нечетких множеств.
6. Лингвистическая переменная.
7. Треугольные и трапециевидные функции принадлежности.
8. Пятиуровневый нечеткий классификатор и узловые точки.
9. Иерархическая система показателей: интегральные показатели, система целевых показателей (СЦП), система контрольных показателей (СКП), система первичных показателей (СПП).
10. Теория графов для описания иерархической системы показателей.
11. Применение системы отношений предпочтения в целях ранжирования показателей.
12. Ранжирование показателей методом Фишберна.
13. Определение уровней значений показателей с помощью функций принадлежности.

14. Выбор варианта реализации проекта, оценка целесообразности его выполнения на основе потенциала проекта.

15. Характеристика основных этапов определения потенциала проекта.

**З а д а ч а 3.1.** В целях управления инновационным проектом (ИП) определена СКП:

– *возможности*:  $A_1^{\text{II}}$  – возможность выхода на новые рынки;  $A_2^{\text{II}}$  – возможность снижения трудоемкости изготовления изделия;  $A_3^{\text{II}}$  – возможность снижения энергоемкости изготовления изделия;  $A_4^{\text{II}}$  – возможность повышения качества и привлекательности изделия;  $A_5^{\text{II}}$  – возможность повышения удобства эксплуатации и ремонта изделия;  $A_6^{\text{II}}$  – возможность изменения упаковки и транспортировки;  $A_7^{\text{II}}$  – возможность сокращения времени исполнения заказа;

– *риски*:  $R_1^{\text{II}}$  – риск сопротивления изменениям;  $R_2^{\text{II}}$  – риск дефицита необходимых кадров;  $R_3^{\text{II}}$  – риск сложности нового продукта.

Требуется определить значимость показателей возможностей и рисков в зависимости от целевых показателей (результат, время, стоимость), если приоритеты показателей, относящихся к СКП, и их вклад в целевые показатели распределены следующим образом (табл. 3.14).

Т а б л и ц а 3.14

**Приоритеты показателей, относящихся к СКП,  
и их вклады в целевые показатели**

Показатель, $A_i^{\text{II}}/R_i^{\text{II}}$	Приоритет, $P_i^{\text{II}}$	Вклад (приоритет) $A_i^{\text{II}}(R_i^{\text{II}})$ в $A_1^{\text{I}}(R_1^{\text{I}})$ – результат	Вклад (приоритет) $A_i^{\text{II}}(R_i^{\text{II}})$ в $A_2^{\text{I}}(R_2^{\text{I}})$ – сроки	Вклад (приоритет) $A_i^{\text{II}}(R_i^{\text{II}})$ в $A_3^{\text{I}}(R_3^{\text{I}})$ – бюджет
$A_1^{\text{II}}$	1	3	3	1
$A_2^{\text{II}}$	3	2	1	1
$A_3^{\text{II}}$	2	1	2	3
$A_4^{\text{II}}$	1	1	2	2
$A_5^{\text{II}}$	1	1	2	2

Показатель, $A_i^{\text{II}}/R_i^{\text{II}}$	Приоритет, $Pr_i^{\text{II}}$	Вклад (приоритет) $A_i^{\text{II}}(R_i^{\text{II}})$ в $A_1^{\text{I}}(R_1^{\text{I}})$ – результат	Вклад (приоритет) $A_i^{\text{II}}(R_i^{\text{II}})$ в $A_2^{\text{I}}(R_2^{\text{I}})$ – сроки	Вклад (приоритет) $A_i^{\text{II}}(R_i^{\text{II}})$ в $A_3^{\text{I}}(R_3^{\text{I}})$ – бюджет
$A_6^{\text{II}}$	3	2	2	2
$A_7^{\text{II}}$	2	2	1	1
$R_1^{\text{II}}$	1	1	1	2
$R_2^{\text{II}}$	3	1	2	1
$R_3^{\text{II}}$	2	2	1	1

Результаты расчетов представить в виде табл. 3.15.

**З а д а ч а 3.2.** Определить уровни значений (трапециевидные числа) показателей возможностей и рисков, относящихся к СКП, если известно, что:

- 1) СКП инновационного проекта аналогична задаче 3.1;
- 2) значения лингвистических переменных для нечетких подмножеств «возможность» и «риск» следующие (табл. 3.16);
- 3) система функций принадлежности для показателей, относящихся к СКП, выглядит следующим образом:

$$\mu_1(u)^{\text{II}} = \begin{cases} 1, & 0 \leq u < 0,15/N^{\text{II}} \\ 10N(0,25/N^{\text{II}} - u), & 0,15/N^{\text{II}} \leq u < 0,25/N^{\text{II}} \\ 0, & 0,25/N^{\text{II}} \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.53)$$

$$\mu_2(u)^{\text{II}} = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,15/N^{\text{II}} \\ 10N(u - 0,25/N^{\text{II}}), & 0,15/N^{\text{II}} \leq u < 0,25/N^{\text{II}} \\ 1, & 0,25/N^{\text{II}} \leq u < 0,35/N^{\text{II}} \\ 10N(0,45/N^{\text{II}} - u), & 0,35/N^{\text{II}} \leq u < 0,45/N^{\text{II}} \\ 0, & 0,45/N^{\text{II}} \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.54)$$

Т а б л и ц а 3.15

Значимость показателей возможностей и рисков в зависимости  
от целевых показателей (результат, время, стоимость)

Показатель, $A_i'', R_i''$	Вес, $r_i''$	Вес дуги $C_{i1}''$ – результат	Вес дуги $C_{i2}''$ – сроки	Вес дуги $C_{i3}''$ – бюджет	Значимость $S_{i1}/S_{i1}''$ – результат	Значимость $S_{i2}/S_{i2}''$ – срок	Значимость $S_{i3}/S_{i3}''$ – бюджет
$A_1''$							
$A_2''$							
$A_3''$							
$A_4''$							
$A_5''$							
$A_6''$							
$A_7''$							
$R_1''$							
$R_2''$							
$R_3''$							

Т а б л и ц а 3.16

**Значимость показателей возможностей и рисков в зависимости  
от целевых показателей (результат, время, стоимость)**

Условное обозначение нечеткого подмножества	Значение лингвистической переменной	Примечание
Риски, $R_{ij}^{\lambda}$		
$R_{i1}^{\lambda}$	Риск незначителен	$R$ – уровень риска оцениваемого объекта (конкретного показателя, проекта); $\lambda$ – номер уровня иерархии (чем больше значение уровня, тем ниже уровень иерархии; самый высший иерархический уровень имеет значение $\lambda$ , равное нулю); $i$ – порядковый номер показателя на конкретном иерархическом уровне; $j$ – порядковый номер значения лингвистической переменной для данного показателя
$R_{i2}^{\lambda}$	Низкая степень риска	
$R_{i3}^{\lambda}$	Средняя степень риска	
$R_{i4}^{\lambda}$	Высокая степень риска	
$R_{i5}^{\lambda}$	Катастрофический риск	
Возможности, $A_{ij}^{\lambda}$		
$A_{i1}^{\lambda}$	Минимальные возможности проекта	$A$ – уровень возможностей оцениваемого объекта (конкретного показателя, проекта); $\lambda$ – номер уровня иерархии (чем больше значение уровня, тем ниже уровень иерархии; самый высший иерархический уровень имеет значение $\lambda$ , равное нулю); $i$ – порядковый номер показателя на конкретном иерархическом уровне; $j$ – порядковый номер значения лингвистической переменной для данного показателя
$A_{i2}^{\lambda}$	Низкие возможности проекта	
$A_{i3}^{\lambda}$	Средние возможности проекта	
$A_{i4}^{\lambda}$	Значительные возможности проекта	
$A_{i5}^{\lambda}$	Очень большие возможности проекта	

$$\mu_3(u)^{\Pi} = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,35/N^{\Pi} \\ 10N(u - 0,35/N^{\Pi}), & 0,35/N^{\Pi} \leq u < 0,45/N^{\Pi} \\ 1, & 0,45/N^{\Pi} \leq u < 0,55/N^{\Pi} \\ 10N(0,65/N^{\Pi} - u), & 0,55/N^{\Pi} \leq u < 0,65/N^{\Pi} \\ 0, & 0,65/N^{\Pi} \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.55)$$



$$\mu_4(u)^{\text{II}} = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,55/N^{\text{II}} \\ 10N(u - 0,55/N^{\text{II}}), & 0,55/N^{\text{II}} \leq u < 0,65/N^{\text{II}} \\ 1, & 0,65/N^{\text{II}} \leq u < 0,75/N^{\text{II}} \\ 10N(0,85/N^{\text{II}} - u), & 0,75/N^{\text{II}} \leq u < 0,85/N^{\text{II}} \\ 0, & 0,85/N^{\text{II}} \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.56)$$

$$\mu_5(u)^{\text{II}} = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,75/N^{\text{II}} \\ 10N(u - 0,75/N^{\text{II}}), & 0,75/N^{\text{II}} \leq u < 0,85/N^{\text{II}} \\ 1, & 0,85/N^{\text{II}} \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.57)$$

где  $N^{\text{II}}$  – количество показателей возможностей (рисков) на втором уровне иерархии (СКП);  $\mu_i(u)^{\text{II}}$  – функция принадлежности второго уровня иерархии (СКП) к подмножествам значений лингвистических переменных «возможность» или «риск».

Результаты расчетов представить в виде табл. 3.17.

Т а б л и ц а 3.17

**Уровни значений показателей возможностей и рисков**

Класс возможностей	$A_i^{\text{II}}$	Класс рисков	$R_i^{\text{II}}$
Минимальные возможности ИП, $A_{i1}^{\lambda}$		Риск ИП незначителен, $R_{i1}^{\lambda}$	
Низкие возможности ИП, $A_{i2}^{\lambda}$		Низкая степень риска, $R_{i2}^{\lambda}$	
Средние возможности ИП, $A_{i3}^{\lambda}$		Средняя степень риска, $R_{i3}^{\lambda}$	
Значительные возможности ИП, $A_{i4}^{\lambda}$		Высокая степень риска, $R_{i4}^{\lambda}$	
Очень большие возможности ИП, $A_{i5}^{\lambda}$		Катастрофический риск, $R_{i5}^{\lambda}$	

З а д а ч а 3.3. Определить уровни значений (трапециевидные числа) показателей возможностей и рисков, относящихся к СЦП и СЦ, если известно, что:

1) СЦ и СЦП инновационного проекта имеют вид как в табл. 3.18:

Т а б л и ц а 3.18

**Классификация возможностей и рисков,  
относящихся к системе ценностей и системе целевых показателей**

Факторы возможностей и рисков	Соответствующие возможности	Соответствующие риски
<i>Высший (нулевой) уровень иерархии – система ценностей</i>		
Состояние проекта	Интегральная возможность, $A^0$	Интегральный риск, $R^0$
<i>Первый уровень иерархии – система целевых показателей</i>		
Результат	Возможность получения функциональных преимуществ, $A_1^1$	Риск недостижения результата проекта, $R_1^1$
Время	Возможность использования полученных функциональных преимуществ продолжительное время, $A_2^1$	Риск срыва сроков проекта, $R_2^1$
Стоимость	Возможность получения экономических выгод от использования функциональных преимуществ, $A_3^1$	Риск превышения бюджета проекта, $R_3^1$

2) значения лингвистических переменных для нечетких подмножеств «возможность» и «риск» аналогичны задаче 3.2;

3) система функций принадлежности для показателей, относящихся к СЦ и СЦП, выглядит следующим образом:

$$\mu_1(u) = \begin{cases} 1, & 0 \leq u < 0,15 \\ 10(0,25 - u), & 0,15 \leq u < 0,25 \\ 0, & 0,25 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.58)$$

$$\mu_2(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,15 \\ 10(u - 0,15), & 0,15 \leq u < 0,25 \\ 1, & 0,25 \leq u < 0,35 \\ 10(0,45 - u), & 0,35 \leq u < 0,45 \\ 0, & 0,45 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.59)$$

$$\mu_3(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,35 \\ 10(u - 0,35), & 0,35 \leq u < 0,45 \\ 1, & 0,45 \leq u < 0,55 \\ 10(0,65 - u), & 0,55 \leq u < 0,65 \\ 0, & 0,65 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.60)$$

$$\mu_4(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,55 \\ 10(u - 0,55), & 0,55 \leq u < 0,65 \\ 1, & 0,65 \leq u < 0,75 \\ 10(0,85 - u), & 0,75 \leq u < 0,85 \\ 0, & 0,85 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.61)$$

$$\mu_5(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,75 \\ 10(u - 0,75), & 0,75 \leq u < 0,85 \\ 1, & 0,85 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.62)$$

где  $\mu_i(u)$  – функция принадлежности первого уровня иерархии (СЦП) к подмножествам значений лингвистических переменных «возможность» или «риск».

Результаты расчетов представить в табл. 3.19.

Т а б л и ц а 3.19

**Уровни значений показателей возможностей и рисков**

Класс возможностей	$A_i^1$	$A^0$	Класс рисков	$R_i^1$	$R^0$
Минимальные возможности ИП, $A_{i1}^\lambda$			Риск ИП незначителен, $R_{i1}^\lambda$		
Низкие возможности ИП, $A_{i2}^\lambda$			Низкая степень риска, $R_{i2}^\lambda$		
Средние возможности ИП, $A_{i3}^\lambda$			Средняя степень риска, $R_{i3}^\lambda$		
Значительные возможности ИП, $A_{i4}^\lambda$			Высокая степень риска, $R_{i4}^\lambda$		
Очень большие возможности ИП, $A_{i5}^\lambda$			Катастрофический риск, $R_{i5}^\lambda$		

**З а д а ч а 3.4.** Определить целевые и интегральные возможности и риски, потенциал проекта, а также провести их классификацию, если известно, что:

1) степени частных возможностей и рисков в зависимости от системы целевых показателей имеют следующие значения (табл. 3.20):

Т а б л и ц а 3.20

**Степени частных возможностей и рисков  
в зависимости от СЦП**

Показатель	Результат, $A_1^1/R_1^1$ , %	Время, $A_2^1/R_2^1$ , %	Стоимость, $A_3^1/R_3^1$ , %
$A_1^{\Pi}$	6	12	10
$A_2^{\Pi}$	10	8	8
$A_3^{\Pi}$	8	6	3
$A_4^{\Pi}$	15	4	4

О к о н ч а н и е   т а б л . 3.20

Показатель	Результат, $A_1^1/R_1^1$ , %	Время, $A_2^1/R_2^1$ , %	Стоимость, $A_3^1/R_3^1$ , %
$A_5^{\text{II}}$	5	2	10
$A_6^{\text{II}}$	6	6	8
$A_7^{\text{II}}$	6	6	6
$R_1^{\text{II}}$	2	8	6
$R_2^{\text{II}}$	14	17	20
$R_3^{\text{II}}$	4	9	10

2) уровни значений (трапециевидные числа) показателей возможностей и рисков, относящихся к системе целевых показателей и системе ценностей, являются результатами выполнения задачи 3.3;

3) среди целевых показателей возможностей и рисков наиболее приоритетными являются показатели, характеризующие сроки инновационного проекта ( $A_2^1$  и  $R_2^1$ ). Остальные показатели, характеризующие результат и стоимость проекта, являются равнозначными;

4) уровни значений потенциала проекта определяются следующими функциями принадлежности:

$$\mu_1(u) = \begin{cases} 1, & -\infty \leq u < -0,05 \\ 20(0-u), & -0,05 \leq u < 0 \\ 0, & 0 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.63)$$

$$\mu_2(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < -0,05 \\ 20(u - (-0,05)), & -0,05 \leq u < 0 \\ 1, & 0 \leq u < 0,05 \\ 20(0,1-u), & 0,05 \leq u < 0,1 \\ 0, & 0,1 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.64)$$

$$\mu_3(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 0,05 \\ 20(u - 0,05), & 0,05 \leq u < 0,1 \\ 1, & 0,1 \leq u < 0,15 \\ 20(0,2 - u), & 0,15 \leq u < 0,2 \\ 0, & 0,2 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.65)$$

$$\mu_4(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 0,15 \\ 20(u - 0,15), & 0,15 \leq u < 0,2 \\ 1, & 0,2 \leq u < 0,25 \\ 20(0,3 - u), & 0,25 \leq u < 0,3 \\ 0, & 0,3 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.66)$$

$$\mu_5(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 0,25 \\ 20(u - 0,25), & 0,25 \leq u < 0,3 \\ 1, & 0,3 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.67)$$

Результаты расчетов представить в следующем виде (табл. 3.21).

Т а б л и ц а 3.21

**Целевые и интегральные возможности и риски**

Наименование показателя	Значение, %	Классификация
<i>Интегральные показатели состояния проекта</i>		
Интегральная возможность инновационного проекта, $A^0$		
Интегральный риск инновационного проекта, $R^0$		
<i>Результат</i>		
Возможность получения функциональных преимуществ, $A_1^1$		
Риск недостижения результата проекта, $R_1^1$		

О к о н ч а н и е   т а б л . 3.21

Наименование показателя	Значение, %	Классификация
<i>Время</i>		
Возможность использовать полученные функциональные преимущества продолжительное время, $A_2^1$		
Риск срыва сроков проекта, $R_2^1$		
<i>Стоимость</i>		
Возможность получения экономических выгод от использования функциональных преимуществ, $A_3^1$		
Риск превышения бюджета проекта, $R_3^1$		

*Примечание.* В ходе классификации использовать следующие условные обозначения: ОН – очень низкий риск (возможность); Н – низкий риск (возможность); С – средний риск (возможность); В – высокий риск (возможность); ОВ – очень высокий риск (возможность). В случае невозможности однозначного отнесения риска (возможности) к какому-либо подмножеству возможностей/рисков следует указать полученные степени оценочной уверенности о принадлежности к тому или иному подмножеству, например, С = 12 %, В = 88 %.

**З а д а ч а 3.5.** Рабочая группа инновационного проекта разработала три возможных варианта реализации данного проекта. В первом случае интегральная возможность и интегральный риск составляют 80 и 75 % соответственно. Интегральная возможность и интегральный риск второго варианта равны 70 и 75 % соответственно. В третьем варианте интегральная возможность равна 60 %, а интегральный риск – 36 %. Требуется выбрать наиболее приемлемый вариант реализации инновационного проекта. Уровни значений потенциала проекта определяются функциями принадлежности, представленными в задаче 3.4.

**З а д а ч а 3.6.** Требуется оценить риск превышения бюджета, риск срыва сроков, риск неполучения результата, возможность получения экономических выгод, возможность долгосрочного использования результатов проекта, возможность получения функциональных преимуществ продукта, а также интегральный риск, интегральную

возможность и потенциал проекта. Полученные количественные значения рисков и возможностей проклассифицировать.

*Данные для решения задачи*

*Показатели и факторы риска:*

- NPV проекта составляет 210 тыс. руб.;
- коэффициент вариации – 0,6;
- текущее отставание от планируемого срока завершения работ – 2 месяца;
- длительность проекта – 2 года;
- бюджет проекта – 4 млн руб.;
- количество участников проекта – 150 человек;
- риск, связанный с бизнесом (опыт работы на рынке, конкуренция и т. п.), оценивается как высокий;
- риск, связанный с конечным результатом (функциональные требования и пр.), оценивается как средний;
- риск, связанный с проектом (методология управления проектом, опыт руководителя проекта и пр.), оценивается как очень низкий;
- организационный риск (участники проекта, рабочие условия, поддержка со стороны спонсора и пр.) оценивается как средний.

*Показатели и факторы возможностей:*

- возможность выхода на новый рынок оценивается как очень высокая;
- возможность создать инновационный продукт оценивается как средняя;
- возможность получить опыт работы в подобных инновационных проектах оценивается как средняя;
- возможность привлечь к работе высококвалифицированный инженерно-технический персонал оценивается как очень высокая;
- возможность успешного продвижения товара оценивается как низкая;
- возможность использования существующих сбытовых каналов оценивается как средняя;
- возможность получать сырье от поставщиков по льготным условиям оценивается как очень высокая;
- возможность воспользоваться налоговыми льготами оценивается как средняя.



*Классификатор показателей, имеющих количественное выражение, – см. табл. 3.22.*

Т а б л и ц а 3.22

**Целевые и интегральные возможности и риски**

Уровень показателя	Риск/уровень риска	Трапециевидные числа
NPV, тыс. руб.:	Риск невозвращения инвестиций, $R_1^{II}$ :	
очень низкий	очень высокий	$(-\infty; -\infty; -10; 0)$
низкий	высокий	$(-10; 0; 10; 20)$
средний	средний	$(10; 20; 100; 150)$
высокий	низкий	$(100; 150; 200; 500)$
очень высокий	очень низкий	$(200; 500; +\infty; +\infty)$
Коэффициент вариации:	Риск отклонения финансового результата, $R_2^{II}$ :	
очень низкий	очень низкий	$(0; 0; 0,15; 0,25)$
низкий	низкий	$(0,15; 0,25; 0,35; 0,45)$
средний	средний	$(0,35; 0,45; 0,55; 0,65)$
высокий	высокий	$(0,55; 0,65; 0,75; 0,85)$
очень высокий	очень высокий	$(0,75; 0,85; +\infty; +\infty)$
Текущее отставание от графика, мес.:	Риск отклонения от графика работ, $R_3^{II}$ :	
отсутствует	очень низкий	$(0; 0; 0,1; 0,2)$
незначительное	низкий	$(0,1; 0,2; 0,5; 0,7)$
среднее	средний	$(0,5; 0,7; 1; 2)$
значительное	высокий	$(1; 2; 3; 5)$
катастрофическое	очень высокий	$(3; 5; +\infty; +\infty)$
Длительность проекта, лет:	Риск, связанный с длительностью проекта, $R_4^{II}$ :	
краткосрочный	низкий	$(0; 0; 0,5; 1)$
среднесрочный	средний	$(0,5; 1; 2; 5)$
долгосрочный	высокий	$(2; 5; +\infty; +\infty)$

О к о н ч а н и е   т а б л . 3.22

Уровень показателя	Риск/уровень риска	Трапециевидные числа
Бюджет проекта, млн руб.:	Риск, связанный с бюджетом проекта, $R_5^{\text{II}}$ :	
незначительный	очень низкий	(0; 0; 0,01; 0,1)
малый	низкий	(0,01; 0,1; 0,2; 0,3)
средний	средний	(0,2; 0,3; 0,5; 1)
значительный	высокий	(0,5; 1; 5; 10)
большой	очень высокий	(5; 10; $+\infty$ ; $+\infty$ )
Количество участников проекта, чел.:	Риск нарушения взаимодействия между участниками, $R_6^{\text{II}}$ :	
незначительное	очень низкий	(1; 1; 2; 3)
малое	низкий	(2; 3; 5; 7)
среднее	средний	(5; 7; 10; 20)
значительное	высокий	(10; 20; 50; 100)
огромное	очень высокий	(50; 100; $+\infty$ ; $+\infty$ )

Данным уровням значений показателей соответствуют следующие функции принадлежности:

1.  $NPV$ , тыс. руб.

$$\mu_1(u) = \begin{cases} 1, & -\infty \leq u < -10 \\ 0,1(0-u), & -10 \leq u < 0 \\ 0, & 0 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.68)$$

$$\mu_2(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < -10 \\ 0,1(u-(-10)), & -10 \leq u < 0 \\ 1, & 0 \leq u < 10 \\ 0,1(20-u), & 10 \leq u < 20 \\ 0, & 20 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.69)$$

$$\mu_3(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 10 \\ 0,1(u-10), & 10 \leq u < 20 \\ 1, & 20 \leq u < 100 \\ 0,02(150-u), & 100 \leq u < 150 \\ 0, & 150 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.70)$$

$$\mu_4(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 100 \\ 0,02(u-100), & 100 \leq u < 150 \\ 1, & 150 \leq u < 200 \\ 0,0033(500-u), & 200 \leq u < 500 \\ 0, & 500 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.71)$$

$$\mu_5(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 200 \\ 0,0033(u-200), & 200 \leq u < 500 \\ 1, & 500 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.72)$$

## 2. Коэффициент вариации

$$\mu_1(u) = \begin{cases} 1, & 0 \leq u < 0,15 \\ 10(0,25-u), & 0,15 \leq u < 0,25 \\ 0, & 0,25 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.73)$$

$$\mu_2(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,15 \\ 10(u-0,15), & 0,15 \leq u < 0,25 \\ 1, & 0,25 \leq u < 0,35 \\ 10(0,45-u), & 0,35 \leq u < 0,45 \\ 0, & 0,45 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.74)$$

$$\mu_3(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,35 \\ 10(u - 0,35), & 0,35 \leq u < 0,45 \\ 1, & 0,45 \leq u < 0,55 \\ 10(0,65 - u), & 0,55 \leq u < 0,65 \\ 0, & 0,65 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.75)$$

$$\mu_4(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,55 \\ 10(u - 0,55), & 0,55 \leq u < 0,65 \\ 1, & 0,65 \leq u < 0,75 \\ 10(0,85 - u), & 0,75 \leq u < 0,85 \\ 0, & 0,85 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.76)$$

$$\mu_5(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,75 \\ 10(u - 0,75), & 0,75 \leq u < 0,85 \\ 1, & 0,85 \leq u \leq 1 \end{cases} \quad (3.77)$$

3. Текущее отставание от графика, мес.

$$\mu_1(u) = \begin{cases} 1, & 0 \leq u < 0,1 \\ 10(0,2 - u), & 0,1 \leq u < 0,2 \\ 0, & 0,2 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.78)$$

$$\mu_2(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,1 \\ 10(u - 0,1), & 0,1 \leq u < 0,2 \\ 1, & 0,2 \leq u < 0,5 \\ 5(0,7 - u), & 0,5 \leq u < 0,7 \\ 0, & 0,7 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.79)$$

$$\mu_3(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,5 \\ 5(u-0,5), & 0,5 \leq u < 0,7 \\ 1, & 0,7 \leq u < 1 \\ (2-u), & 1 \leq u < 2 \\ 0, & 2 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.80)$$

$$\mu_4(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 1 \\ (u-1), & 1 \leq u < 2 \\ 1, & 2 \leq u < 3 \\ 0,5(5-u), & 3 \leq u < 5 \\ 0, & 5 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.81)$$

$$\mu_5(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 3 \\ 0,5(u-3), & 3 \leq u < 5 \\ 1, & 5 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.82)$$

4. Длительность проекта, лет

$$\mu_1(u) = \begin{cases} 1, & 0 \leq u < 0,5 \\ 2(1-u), & 0,5 \leq u < 1 \\ 0, & 1 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.83)$$

$$\mu_2(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,5 \\ 2(u-0,5), & 0,5 \leq u < 1 \\ 1, & 1 \leq u < 2 \\ 0,33(5-u), & 2 \leq u < 5 \\ 0, & 5 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.84)$$

$$\mu_3(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 2 \\ 0,33(u-2), & 2 \leq u < 5 \\ 1, & 5 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.85)$$

5. Бюджет проекта, млн руб.

$$\mu_1(u) = \begin{cases} 1, & 0 \leq u < 0,01 \\ 11(0,1-u), & 0,01 \leq u < 0,1 \\ 0, & 0,1 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.86)$$

$$\mu_2(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,01 \\ 11(u-0,01), & 0,01 \leq u < 0,1 \\ 1, & 0,1 \leq u < 0,2 \\ 10(0,3-u), & 0,2 \leq u < 0,3 \\ 0, & 0,3 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.87)$$

$$\mu_3(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 0,2 \\ 10(u-0,2), & 0,2 \leq u < 0,3 \\ 1, & 0,3 \leq u < 0,5 \\ 2(1-u), & 0,5 \leq u < 1 \\ 0, & 1 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.88)$$

$$\mu_4(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 0,5 \\ 2(u-0,5), & 0,5 \leq u < 1 \\ 1, & 1 \leq u < 5 \\ 0,2(10-u), & 5 \leq u < 10 \\ 0, & 10 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.89)$$

$$\mu_5(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 5 \\ 0,2(u-5), & 5 \leq u < 10 \\ 1, & 10 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.90)$$

6. Количество участников проекта, чел.

$$\mu_1(u) = \begin{cases} 1, & 1 \leq u < 2 \\ (3-u), & 2 \leq u < 3 \\ 0, & 3 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.91)$$

$$\mu_2(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 2 \\ (u-2), & 2 \leq u < 3 \\ 1, & 3 \leq u < 5 \\ 0,5(7-u), & 5 \leq u < 7 \\ 0, & 7 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.92)$$

$$\mu_3(u) = \begin{cases} 0, & 0 \leq u < 5 \\ 0,5(u-5), & 5 \leq u < 7 \\ 1, & 7 \leq u < 10 \\ 0,1(20-u), & 10 \leq u < 20 \\ 0, & 20 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.93)$$

$$\mu_4(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 10 \\ 0,1(u-10), & 10 \leq u < 20 \\ 1, & 20 \leq u < 50 \\ 0,02(100-u), & 50 \leq u < 100 \\ 0, & 100 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.94)$$

$$\mu_5(u) = \begin{cases} 0, & -\infty \leq u < 50 \\ 0,02(u - 50), & 50 \leq u < 100 \\ 1, & 100 \leq u \leq +\infty \end{cases} \quad (3.95)$$

7. Приоритеты показателей (СКП) и их вклады в целевые показатели (табл. 3.23).

Т а б л и ц а 3.23

**Приоритеты показателей (СКП) и их вклады  
в целевые показатели**

Показатель, $A_i^{\text{II}}/R_i^{\text{II}}$	Приоритет, $Pr_i^{\text{II}}$	Вклад (приоритет) $A_i^{\text{II}}(R_i^{\text{II}})$ в $A_1^{\text{I}}(R_1^{\text{I}})$ – результат	Вклад (приоритет) $A_i^{\text{II}}(R_i^{\text{II}})$ в $A_2^{\text{I}}(R_2^{\text{I}})$ – сроки	Вклад (приоритет) $A_i^{\text{II}}(R_i^{\text{II}})$ в $A_3^{\text{I}}(R_3^{\text{I}})$ – бюджет
Риск невозвращения инвестиций, $R_1^{\text{II}}$	2	2	2	1
Риск отклонения финансового результата, $R_2^{\text{II}}$	1	2	2	1
Риск отклонения от графика работ, $R_3^{\text{II}}$	2	3	1	2
Риск, связанный с длительностью проекта, $R_4^{\text{II}}$	2	3	1	2
Риск, связанный с бюджетом проекта, $R_5^{\text{II}}$	2	2	2	1
Риск нарушения взаимодействия между участниками, $R_6^{\text{II}}$	3	1	1	2
Риск, связанный с бизнесом, $R_7^{\text{II}}$	2	1	2	2
Риск, связанный с конечным результатом, $R_8^{\text{II}}$	3	1	2	1
Риск, связанный с проектом, $R_9^{\text{II}}$	3	1	1	1



Окончание табл. 3.23

Показатель, $A_i^{\text{II}}/R_i^{\text{II}}$	Приоритет, $P_{i^{\text{II}}}$	Вклад (приоритет) $A_i^{\text{II}}(R_i^{\text{II}})$ в $A_1^{\text{I}}(R_1^{\text{I}})$ – результат	Вклад (приоритет) $A_i^{\text{II}}(R_i^{\text{II}})$ в $A_2^{\text{I}}(R_2^{\text{I}})$ – сроки	Вклад (приоритет) $A_i^{\text{II}}(R_i^{\text{II}})$ в $A_3^{\text{I}}(R_3^{\text{I}})$ – бюджет
Организационный риск, $R_{10}^{\text{II}}$	1	1	1	1
Возможность выхода на новый рынок, $A_1^{\text{II}}$	1	1	2	2
Возможность создания инновационного продукта, $A_2^{\text{II}}$	2	1	1	2
Возможность получения опыта работы в подобных инновационных проектах, $A_3^{\text{II}}$	3	2	2	1
Возможность привлечения к работе высококвалифицированного инженерно-технического персонала, $A_4^{\text{II}}$	2	1	1	1
Возможность успешного продвижения товара, $A_5^{\text{II}}$	2	3	2	1
Возможность использования существующих сбытовых каналов, $A_6^{\text{II}}$	3	3	2	1
Возможность получения сырья от поставщика по льготным условиям, $A_7^{\text{II}}$	2	3	2	1
Возможность воспользоваться налоговыми льготами, $A_8^{\text{II}}$	4	3	2	1

8. Среди целевых показателей возможностей и рисков наиболее приоритетными являются показатели, характеризующие результат инновационного проекта ( $A_2^{\text{I}}$  и  $R_2^{\text{I}}$ ). Остальные показатели, характеризующие время и стоимость проекта, являются равнозначными.

**Задача 3.7.** Девелоперская фирма рассматривает проект строительства небольшой гостиницы на 80 номеров. Рядом с полученным фирмой участком находится застройка, которая может быть снесена, а площадь использована под строительство второго корпуса. Таким образом, особенностью данного проекта является возможность пристроить к первому корпусу гостиницы второй корпус. Проектанты оценивают его потенциальный объем в 120 дополнительных номеров. В случае строительства второго корпуса использование суммарного участка окажется более эффективным: не нужно заботиться о дополнительных технических площадях, так как площади, обустраиваемые в составе первой очереди проекта, будут работать на два корпуса одновременно. Решение о строительстве второго корпуса будет принято в случае, если реализация первого этапа окажется экономически успешной (табл. 3.23).

Т а б л и ц а 3.23

**Расчет стоимости управленческого опциона  
(строительство второго корпуса)**

Параметр	Значение
Значение чистого дисконтированного дохода при позитивном развитии событий ( $NPV_{\text{поз}}$ )	8 млн долл.
Значение чистого дисконтированного дохода при негативном развитии событий ( $NPV_{\text{нег}}$ )	4 млн долл.
Вероятность позитивного развития событий ( $P_{\text{поз}}$ )	60 %
Вероятность негативного развития событий ( $P_{\text{нег}}$ )	40 %
Ожидаемое значение чистого дисконтированного дохода ( $NPV_{\text{ожд}}$ )	6,4 млн долл.
Ожидаемое значение чистого дисконтированного дохода проекта второго корпуса ( $NPV_{\text{ожд}}^{\text{втор}}$ )	13 млн долл.

Определить ожидаемое значение чистого дисконтированного дохода с учетом опциона и стоимость опциона.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

*Алтунин А. Е.* Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях : моногр. / А. Е. Алтунин, М. В. Семухин. – Тюмень : Изд-во Тюмен. гос. ун-та, 2000. – 352 с.

*Алтунин А. Е.* Расчеты в условиях риска и неопределенности в нефтегазовых технологиях : моногр. / А. Е. Алтунин, М. В. Семухин. – Тюмень : Изд-во Тюмен. гос. ун-та, 2004. – 296 с.

*Аршинов В. И.* Синергетическое знание: между сетью и принципами / под ред. В. И. Аршинова, В. Г. Буданова, В. Э. Войцеховича. – М. : Прогресс-Традиция, 2000. – 536 с.

*Арчибальд Р.* Управление высокотехнологичными программами и проектами : пер. с англ. / Р. Арчибальд. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 464 с.

*Бартон Т.* Комплексный подход к риск-менеджменту: стоит ли этим заниматься : пер. с англ. / Т. Бартон, У. Шенкир, П. Уокер. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2003. – 208 с.

*Беллман Р.* Принятие решений в расплывчатых условиях / Р. Беллман, Л. Заде // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М. : Мир, 1976. – С. 172–215.

*Бенко К.* Управление портфелями проектов / К. Бенко ; пер. с англ. К. Бенко, Ф. У. Мак-Фарлан. – М. : Вильямс, 2007. – 230 с.

*Бернштейн П.* Против богов: Укрощение риска : пер. с англ. / П. Бернштейн. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2000. – 400 с.

*Бочарников В. П.* Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике / В. П. Бочарников. – СПб. : Наука ; РАН, 2001. – 328 с.

*Буянов В. П.* Рискология (управление рисками) : учеб. пособие / В. П. Буянов, К. А. Кирсанов, Л. М. Михайлов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во «Экзамен», 2003. – 384 с.

*Валдайцев С. В.* Оценка бизнеса / С. В. Валдайцев. – 3-е изд. – М. : Проспект, 2008. – 576 с.

*Ван Хорн Дж. К.* Основы управления финансами : пер. с англ. / Дж. К. Ван Хорн ; гл. ред. серии Я. В. Соколов. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 800 с.

*Верзух Э.* Управление проектами: Ускоренный курс по программе MBA / Э. Верзух. – М. : ИД Вильямс, 2010. – 480 с.

*Волков И. М.* Проектный анализ: Продвинутый курс : учеб. пособие / И. М. Волков, М. В. Грачева. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 498 с.

*Грашина М. Н.* Основы управления проектами / М. Н. Грашина, В. Р. Дункан. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 240 с.

*Грей К. Ф.* Управление проектами: Практическое руководство : пер. с англ. / К. Ф. Грей, Э. У. Ларсон. – М. : Изд-во «Дело и сервис», 2007. – 608 с.

*Грекул В. И.* Проектное управление в сфере информационных технологий / В. И. Грекул, Н. Л. Коровкина, Ю. В. Куприянов. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 336 с.

*ДеМарко Т.* Вальсируя с медведями: управление рисками по разработке программного обеспечения / Т. ДеМарко, Т. Листер ; пер. с англ. Ю. М. Яновской ; науч. ред. А. Д. Баженов, А. О. Арефьев. – М. : Компания р.п. Office, 2005. – 208 с.

*Елиферов В. Г.* Бизнес-процессы: Регламентация и управление : учеб. / В. Г. Елиферов, В. В. Репин. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 319 с. – (Учебник для программы MBA).

*Заде Л. А.* Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений / Л. А. Заде // Математика сегодня. – М. : Знание, 1974. – С. 5–49.

*Заде Л. А.* Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Л. А. Заде. – М. : Мир, 1976. – 165 с.

*Ильин В. И.* По ту сторону проектов: Записки консультанта / В. И. Ильин. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 376 с.

*Кемпбелл Э.* Стратегический синергизм. – 2-е изд. / Э. Кемпбелл, К. С. Лачс. – СПб. : Питер, 2004. – 416 с. – (Серия «Теория и практика менеджмента»).

*Ковалев В. В.* Введение в финансовый менеджмент / В. В. Ковалев. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 768 с.

*Корнилова Т. В.* Психология риска и принятия решений : учеб. пособие / Т. В. Корнилова. – М. : Аспект Пресс, 2003. – 286 с.

*Кристенсен К. М.* Дилемма инноватора: Как из-за новых технологий погибают сильные компании / К. М. Кристенсен. – М. : Альпина Бизнес-Букс, 2004. – 239 с.

*Кристенсен К. М.* Решение проблемы инноваций в бизнесе. Как создать растущий бизнес и успешно поддерживать его рост / К. М. Кристенсен, М. Е. Рейнор. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2004. – 290 с.

*Лоскутов А. Ю.* Нелинейная динамика, теория динамического хаоса и синергетика (перспективы и приложения) // Компьютерра. 1998. № 47.

Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция) / М-во экономики РФ, М-во финансов РФ, ГК по строительству, архитектуре и жилищ. политике ; рук. авт. коллектива В. В. Косов, В. Н. Лившиц, А. Г. Шахназаров. – М. : ОАО «НПО «Изд-во “Экономика”», 2000. – 421 с.

*Недосекин А. О.* Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами / А. О. Недосекин // Аудит и финансовый анализ. – 2000. – № 2.

*Недосекин А. О.* Анализ риска инвестиций с применением нечетких множеств / А. О. Недосекин, К. И. Воронов // Управление риском. – 2000. – № 1.

*Недосекин А. О.* Анализ риска банкротства предприятия с применением нечетких множеств / А. О. Недосекин, О. Б. Максимов // Вопросы анализа риска. – 1999. – № 2–3.

*Недосекин А. О.* Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций / А. О. Недосекин. – СПб. : Изд-во «Сезам», 2002. – 181 с.

*Павлов А. Н.* Управление программами проектов на основе стандарта PMI The Standart for Program Management: Изложение методологии и рекомендации по применению / А. Н. Павлов. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 304 с.

*Пинто Дж. К.* Управление проектами / Дж. К. Пинто ; пер. с англ. под ред. В. Н. Фунтова. – СПб. : Питер, 2004. – 464 с.

*Разу М. Л.* Управление программами и проектами: 17-модульная программа для менеджеров «Управление развитием организации». Модуль 8 / М. Л. Разу, В. И. Воропаев, Ю. В. Якутин и др. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 320 с.

*Реут Д. В.* Инструмент реальных опционов в контроллинге проекта / Д. В. Реут, Ю. Н. Бисеров // Контроллинг. – 2007. – № 3 (23). – С. 28–37.

*Товб А. С.* Управление проектами: стандарты, методы, опыт / А. С. Товб, Г. Л. Ципес. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003. – 240 с.

*Томпсон А. А.* Стратегический менеджмент. Концепции и ситуации для анализа. – 12 изд. / А. А. Томпсон, А. Дж. Стрикленд. – Киев : Вильямс, 2011. – 928 с.

Управление проектом. Основы проектного управления : учеб. / коллектив авт. под ред. проф. М. Л. Разу. – М. : КНОРУС, 2011. – 768 с.

Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. – М. : Наука, 2000. – 431 с.

*Хелдман К.* Профессиональное управление проектом / К. Хелдман. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 728 с.

*Эдвинссон Л.* Корпоративная долгота: Навигация в экономике, основанной на знаниях : пер. с англ. / Л. Эдвинссон. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 247 с.

*Эддоус М.* Методы принятия решений / М. Эддоус, Р. Стэнсфилд ; пер. с англ. под ред. И. И. Елисеевой. – М. : Аудит, ЮНИТИ, 1997. – 590 с.

A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide 2013) 2013 Edition, г 2013 Project Management Institute (PMI), Newtown Square, Pennsylvania, USA.

A Guidebook of Project & Program Management for Enterprise Innovation (P2M). Summary Translation. – Japan, Project Management Professionals Certification Center (PMCC), Nov. 2001.

An Executive's Guide to OPM3. – Project Management Institute (PMI), Inc., 2004.

APM – Project Management Body of Knowledge. Fourth Edition. – Association for Project Management (APM), 2000. – 65 p.

*Black F.* The Pricing of Options and Corporate Liabilities / F. Black, M. Scholes // J. of Political Economy. – 1973. – Vol. 81, № 3. – P. 637–659.

Body of Knowledge, Association of Project Managers, INTERNET UK, Buckinghamshire, 1992.

ISB – IPMA Competence Baseline, Version 2.0. – Intern. Project Management Association (IPMA), 1999. – 90 p.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
1. Проектный подход в контексте управления рисками .....	5
1.1. Введение в риск-менеджмент проектов .....	5
1.2. Риски и основные ограничения проекта .....	8
1.3. Риски и дополнительные факторы .....	26
1.4. Цикл управления рисками проектов .....	37
<i>Контрольные вопросы и задачи</i> .....	57
2. Риски проекта: теоретические аспекты, методика расчета .....	59
2.1. История зарождения и становления риск-менеджмента .....	59
2.2. Анализ существующих методик оценки рисков (возможностей) .....	83
<i>Контрольные вопросы и задачи</i> .....	105
3. Современные подходы к оценке рисков .....	109
3.1. Проблемы применения традиционного вероятностного подхода к оценке рисков .....	109
3.2. Нечетко-множественный подход .....	110
3.3. Потенциал проекта как критерий целесообразности выполнения проекта .....	114
3.4. Опционный подход в риск-менеджменте .....	150
<i>Контрольные вопросы и задачи</i> .....	155
Список рекомендуемой литературы .....	178

Учебное издание

**Шкурко** Валентина Евгеньевна

# УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОЕКТОВ

Учебное пособие

Зав. редакцией *М. А. Овечкина*

Редактор *Т. А. Федорова*

Корректор *Т. А. Федорова*

Компьютерная верстка *Г. Б. Головиной*



План изданий 2014 г. Подписано в печать 07.10.14.  
Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times.  
Уч.-изд. л. 10,2. Усл. печ. л. 10,7. Тираж 100 экз. Заказ 1626.

Издательство Уральского университета  
620000, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4.

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ  
620000, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4.

Тел.: + (343) 350-56-64, 350-90-13

Факс +7 (343) 358-93-06

E-mail: [press-urfu@mail.ru](mailto:press-urfu@mail.ru)



### **ШКУРКО ВАЛЕНТИНА ЕВГЕНЬЕВНА**

Заместитель директора департамента инноваций и предпринимательства Института государственного управления и предпринимательства Уральского федерального университета, ассистент кафедры теории управления и инноваций УрФУ. Окончила экономический факультет Уральского государственного университета (2001). Ведет общие лекционные курсы и практические занятия по управлению проектами, бизнес-планированию, оценке рисков, моделированию инновационных процессов, статистике. Имеет большой опыт практической работы и управления бизнес-проектами, ИТ-проектами и образовательными проектами. Сфера научных и профессиональных интересов – разработка новых методов оценки эффективности инновационных проектов и проектов организационного развития.